

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

МИРЗОЯН
ЕКАТЕРИНА СЕРГЕЕВНА

ОПТИМИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИКИ НАРУШЕНИЙ ИСТОЛИЧЕСКОЙ
И ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЙ ЖЕЛУДОЧКОВ СЕРДЦА
С ПОМОЩЬЮ ИМПУЛЬСНОВОЛНОВОЙ ДОППЛЕРОГРАФИИ

14.01.13 – лучевая диагностика,
лучевая терапия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
д. м. н. профессор Бабаев М. В.
Научный консультант:
д.м.н. профессор Неласов Н.Ю.

г. Ростов-на-Дону
2016 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ДИАГНОСТИКИ СИСТОЛИЧЕСКОЙ И ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЙ ЛЕВОГО И ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА СЕРДЦА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	13
1.1 Эхокардиографическая оценка систолической и диастолической функций левого желудочка сердца.....	13
1.2 Эхокардиографическая оценка систолической и диастолической функций правого желудочка сердца.....	21
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	32
2.1 Дизайн исследования.....	32
2.2 Допплерэхокардиографическое исследование.....	34
2.3 Статистическая обработка результатов.....	38
ГЛАВА 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ НОВЫХ ДОППЛЕРОГРАФИЧЕСКОГО ПОКАЗАТЕЛЕЙ s_l И s_r , e_l И e_r И a_r	39
3.1 Анализ влияния пола на изучаемые доплерографические показатели у практически здоровых лиц.....	39
3.2 Анализ влияния возраста на изучаемые доплерографические показатели у практически здоровых лиц.....	45
ГЛАВА 4. АНАЛИЗ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РОЛИ ДОППЛЕРОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ s_l , e_l , a_l И s_r , e_r , a_r В РАЗДЕЛЕНИИ ЛИЦ С ОТСУТСТВИЕМ И НАЛИЧИЕМ СИСТОЛИЧЕСКОЙ И ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ДИСФУНКЦИЙ ЖЕЛУДОЧКОВ СЕРДЦА.....	53
4.1 Анализ диагностической значимости доплерографического показателя s_l в разделении лиц с отсутствием и наличием систолической дисфункции левого желудочка сердца.....	53
4.2 Сравнительный анализ диагностической значимости доплер-	

эхокардиографических показателей e_l , a_l в разделении лиц с отсутствием и наличием диастолической дисфункции левого желудочка сердца.	57
4.3 Анализ диагностической значимости ДэхоКГ показателя s_r в разделении лиц с отсутствием и наличием систолической дисфункции правого желудочка сердца	64
4.4 Сравнительный анализ диагностической значимости доплерографических показателей e_r , a_r в разделении лиц с отсутствием и наличием диастолической дисфункции правого желудочка сердца. ...	67
ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ ДОППЛЕРОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ s_l , e_l , a_l И s_r , e_r , a_r	87
5.1 Оценка воспроизводимости показателей s_l , e_l , a_l и s_r , e_r , a_r при повторных измерениях одним оператором.	88
5.2 Оценка воспроизводимости показателя s_l , e_l , a_l и s_r , e_r , a_r при повторных измерениях двумя операторами.	102
ГЛАВА 6. ХРОНОМЕТРАЖ ВЫПОЛНЕНИЯ НОВОЙ МЕТОДИКИ ВЫЯВЛЕНИЯ МИНИМАЛЬНОЙ СИСТОЛИЧЕСКОЙ И ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ДИСФУНКЦИЙ ЖЕЛУДОЧКОВ СЕРДЦА С ПОМОЩЬЮ ОБЫЧНОГО ИМПУЛЬСНОВОЛНОВОГО ДОППЛЕРА. .	113
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.	116
ВЫВОДЫ.	129
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	130
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.	131

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВИР (IVRT)	— время изоволюмического расслабления левого желудочка
ВИС (IVCT)	— время изоволюмического сокращения левого желудочка
ДД	— диастолическая дисфункция
ДэхоКГ	— доплерэхокардиография
ИБС	— ишемическая болезнь сердца
КТ	— компьютерная томография
ЛЖ	— левый желудочек
ЛП	— левое предсердие
М	— среднее арифметическое
МРТ	— магнитно-резонансная томография
ОПК	— оптимальный положительный критерий
ПЖ	— правый желудочек
С	— специфичность
СД	— систолическая дисфункция
ТД	— тканевой доплер
ТК	— трикуспидальный клапан
ФВ	— фракция выброса
ФК	— фиброзное кольцо
ФУ	— фракция укорочения
Ч	— чувствительность
ЧСС	— частота сердечных сокращений
ЭКГ	— электрокардиография
ЭхоКГ	— эхокардиография
А	— пиковая скорость позднего наполнения желудочка
al	— пиковая скорость движения кольца митрального клапана в позднюю диастолу (импульсноволновой доплер)
al'	— пиковая скорость движения кольца митрального клапана в позднюю диастолу (тканевой доплер)
ar	— пиковая скорость движения кольца трикуспидального клапана в позднюю диастолу (импульсноволновой доплер)
ar'	— пиковая скорость движения кольца трикуспидального клапана в позднюю диастолу (тканевой доплер)
DTI	— тканевая доплерография
Е	— пиковая скорость раннего наполнения желудочка

E'	— пиковая скорость раннего наполнения желудочка (тканевой доплер)
E зам, DT	— время замедления потока раннего наполнения желудочка
E/A	— отношение пиковой скорости раннего диастолического наполнения к пиковой скорости позднего наполнения
el	— пиковая скорость движения кольца митрального клапана в раннюю диастолу (импульсволновой доплер)
el'	— пиковая скорость движения кольца митрального клапана в раннюю диастолу (тканевой доплер)
er	— пиковая скорость движения кольца трикуспидального клапана в раннюю диастолу (импульсволновой доплер)
er'	— пиковая скорость движения кольца трикуспидального клапана в раннюю диастолу (тканевой доплер)
el/al, er/ar	— отношение максимальных скоростей (импульсволновой доплер)
el'/al', er'/ar'	— отношение максимальных скоростей (тканевой доплер)
MAPSE	— экскурсия латерального края кольца митрального клапана
TAPSE	— экскурсия латерального края кольца трикуспидального клапана
s'	— пиковая систолическая скорость
sl'	— пиковая систолическая скорость движения кольца митрального клапана (тканевой доплер)
sl	— пиковая систолическая скорость движения кольца митрального клапана (импульсволновой доплер)
sr'	— пиковая систолическая скорость движения кольца трикуспидального клапана (тканевой доплер)
sr	— пиковая систолическая скорость движения кольца трикуспидального клапана (импульсволновой доплер)
SD	— стандартное отклонение
CV	— коэффициент вариации
p	— достоверность

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Заболевания сердечно-сосудистой системы остаются основной причиной смертности населения во всем мире (Всемирная организация здравоохранения, 2015). Большое значение для улучшения прогноза пациентов с сердечно-сосудистой патологией имеет ранняя и точная диагностика дисфункций миокарда. Для инструментальной диагностики нарушения функций сердца применяются следующие методы: вентрикулография (Ершова Е.В., Мухарлямова Э.Р., 2012; Завадовский К.В. и соавт., 2014), термодилуция (Хуссейн А.Х. и соавт., 2013), компьютерная томография (КТ) (Галявич А.С. и соавт., 2013; Ярощук Н.А. и соавт., 2012), магнитно-резонансная томография (МРТ) (Герок Д.В., 2011) и традиционная методика с использованием ультразвука – доплерэхокардиография (ДэхоКГ) (Ярощук Н.А. и соавт., 2012). Такие точные методы, как радионуклидная вентрикулография, ангиография, МРТ и катетеризация сердца, позволяют эффективно оценить сократительную функцию и структуру левого и правого желудочков (ЛЖ и ПЖ) сердца (Галявич А.С. и соавт., 2013; Ярощук Н.А. и соавт., 2012), но ввиду инвазивности либо высокой стоимости эти методы не могут рутинно использоваться в кардиологической практике.

В отличие от вышеуказанных методов, эхокардиография широко доступна, быстра в выполнении исследований, безопасна, имеет неинвазивный характер, но самое главное – она дает возможность получить подробную информацию об анатомии миокарда (определение размеров камер сердца, их геометрии и массы), о сократительной способности и о состоянии клапанов сердца (Алехин М.Н., 2012; Мареев В.Ю. и соавт., 2010).

Для диагностики систолической дисфункции (СД) миокарда обычно используют следующие эхокардиографические критерии: фракция выброса, фракция укорочения и ударный объем крови.

Для диагностики диастолической дисфункции (ДД) чаще всего используют стандартные доплерэхокардиографические (ДэхоКГ) признаки, включающие в себя показатели трансмитрального и транстрикуспидального кровотоков, к которым относят максимальную скорость раннего пика диастолического наполнения желудочков (Е), максимальную скорость потока в систолу предсердий (А), отношение максимальных скоростей раннего и позднего наполнения желудочков (Е/А), время замедления раннего диастолического наполнения (DT или Е зам), время изоволюмического расслабления (IVRT).

В последнее годы продемонстрированы большие возможности применения тканевой доплерографии (DTI) в оценке состояния систолической и диастолической функций сердца на основе анализа показателей движения колец атриовентрикулярных клапанов в систолу и диастолу (sl', el', al' для левого желудочка и sr', er', ar' – для правого). Однако доступность тканевой доплерографии для широкой диагностической практики весьма ограничена. В связи с этим по-прежнему остается актуальной проблема разработки более простых, приемлемых для практического здравоохранения и эффективных ДэхоКГ методов диагностики, позволяющих точно диагностировать степень тяжести нарушения функции миокарда.

Цель исследования

Оптимизировать диагностику оценки систолической и диастолической функций желудочков сердца путем анализа спектрограмм, зарегистрированных с помощью обычного импульсно-волнового доплера от латеральных краев колец атриовентрикулярных клапанов.

Задачи исследования

1. Разработать с учетом возраста и пола нормативные скоростные значения систолических (sl и sr) и ранних и поздних диастолических (el и al, er

и ar) пиков движения левого и правого колец атриовентрикулярных клапанов, зарегистрированных при обычной импульсно-волновой доплерографии.

2. Оценить взаимосвязи гомологичных показателей спектрограмм движения колец атриовентрикулярных клапанов, записанных с помощью тканевого и обычного импульсно-волнового доплера.

3. Определить оптимальные положительные критерии скоростных показателей спектрограмм, зарегистрированных от латеральных краев обоих атриовентрикулярных клапанов при стандартной импульсно-волновой доплерографии, для наиболее точного выделения лиц с систолическими и диастолическими нарушениями функции левого и правого желудочков.

4. Сравнить диагностическую значимость диастолических скоростных показателей спектрограмм (el и el/ar, er и er/ar) в выявлении релаксационных нарушений функции левого и правого желудочков и выбрать более эффективные из них.

5. Оценить показатели воспроизводимости новой методики и провести ее хронометраж.

Научная новизна

1. Впервые разработаны нормативные значения скоростных показателей спектрограммы (sl, el, al для левого желудочка и sr, er, ar – для правого), зарегистрированной с помощью обычного импульсно-волнового доплера от латеральных краев атриовентрикулярных клапанов.

2. Впервые была продемонстрирована эффективность применения вышеуказанных скоростных показателей для оценки систолической и диастолической функций желудочков сердца.

Теоретическая и практическая значимость

Разработан новый простой и доступный для практического здравоохранения способ диагностики систолической и диастолической функций правого и левого желудочков на основе новых показателей sl,

el, al и sr, el, ar, компоненты которого регистрируются с помощью обычной импульсноволновой доплерографии.

1. Выявлена хорошая воспроизводимость предложенных нами новых скоростных ДэхoКГ показателей.

2. Установлено, что при определении новых показателей sl, el, al и sr, el, ar продолжительность стандартного ДэхoКГ исследования практически не меняется.

Методология и методы исследования

Диссертационная работа была выполнена в несколько этапов. На первом этапе были изучены данные отечественной и зарубежной литературы, посвященные эхокардиографической оценке систолической и диастолической функций желудочков сердца. На втором этапе проведено комплексное доплерэхокардиографическое обследование пациентов и разработка новой методики оценки систолической и диастолической функций желудочков сердца с помощью обычного импульсноволнового доплера. На третьем этапе диссертационного исследования выполнена статистическая обработка полученных результатов. Использованные методики позволили оценить систолическую и диастолическую функции желудочков сердца.

Основные положения, выносимые на защиту

1. У систолического доплерэхокардиографического показателя левого желудочка sl обнаруживается связь с полом, а у диастолических ДэхoКГ показателей левого и правого желудочков (el, al и er, ar, соответственно) – с возрастом.

2. Между пиками кривой тканевого доплера (sl', el', al' и sr', er', ar') и гомологичными компонентами обычного импульсноволнового доплера от колец атриовентрикулярных клапанов (sl, el, al и sr, er, ar, соответственно) обнаружены сильные взаимосвязи.

3. Систолические показатели движения колец атриовентрикулярных клапанов (sl и sr) могут быть эффективно применены для анализа глобальной систолической функции желудочков сердца, а диастолические (el, al и er, ar) показатели – для анализа глобальной релаксационной функции желудочков сердца.

4. Параметры воспроизводимости показателей sl, el, al и sr, el, ar находятся на приемлемом уровне.

5. Время на выполнение предложенной нами методики определения систолической и диастолической функций желудочков сердца (75 с) не влияет существенно на продолжительность эхокардиографического исследования в целом.

Степень достоверности и апробации результатов исследования

Степень достоверности работы подтверждена значительным объемом выборки обследованных пациентов (n = 156). Результаты эхокардиографического исследования пациентов были подвергнуты статистической обработке с использованием компьютерных программ. Достоверность полученных результатов подтверждается публикациями в рецензируемых журналах.

Работа апробирована и рекомендована к защите на совместном заседании кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, кафедры ультразвуковой диагностики и научно-координационного Совета «Научно-организационные основы профилактики, диагностики и лечения основных заболеваний внутренних органов» (протокол № 6 от 02.02.2016г.).

Материалы диссертации были представлены на: Euroecho 2012 (Греция, Афины, 2012); 19th Asia Pacific Congress of Cardiology (Тайланд, Паттайя, 2013); ECR 2013 (Австрия, Вена, 2013); 14th World Congress of ultrasound in medicine and biology (Бразилия, Сан-Паулу, 2013); 2nd World Summit on Echocardiography (Индия, Нью-Дели, 2013); European and Swiss Congress of Internal Medicine 2014 (Швейцария, Женева, 2014); III Съезде врачей лучевой

диагностики Юга России (Краснодар, 2015); 27th Congress of the European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology (Греция, Афины, 2015).

Связь работы с научными программами, планами

Тема диссертации утверждена на заседании Ученого совета лечебного факультета ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России (протокол № 4 от 06.12.2012г). Диссертационная работа выполнена в соответствии с научно-исследовательской программой кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России по проблемам «Лучевая диагностика сердечно-сосудистой системы в клинической практике».

Внедрение результатов исследования

Результаты исследования внедрены в учебный процесс кафедры ультразвуковой диагностики, лучевой диагностики и лучевой терапии ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России.

Практические рекомендации внедрены в работу отделений ультразвуковой диагностики ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России, ГАУ Областной консультативно-диагностический центр РО, НУЗ «Дорожная клиническая больница».

Личный вклад автора

Тема, цель, задачи, а также основные идеи диссертационной работы разработаны совместно с научным руководителем. Автор лично провел эхокардиографическое исследование 156 пациентам. Автор самостоятельно изучил современные проблемы диагностики систолической и диастолической функций желудочков сердца, подготовил публикации по теме диссертации. Совместно с научным руководителем провел статистическую обработку клинического материала. Диссертант самостоятельно выполнил

интерпретацию результатов, а также сформулировал выводы и практические рекомендации.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 20 работ, в том числе 9 - в зарубежной печати, 3 - в российских рецензируемых научных журналах и изданиях; получен патент на изобретение № 2013129151/14 «Способ диагностики начальных проявлений систолической дисфункции правого желудочка сердца» (Мирзоян Е.С., Неласов Н.Ю., Бабаев М.В., Сафонов Д.В. Заявка № 2013129151/14; заявл. 25.06.2013; опубл. 10.11.2014; Бюл. № 31).

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 147 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, 5 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций. Список литературы содержит 128 источников, из которых 70 отечественных и 83 зарубежных авторов. Диссертация иллюстрирована 9 таблицами и 83 рисунками.

Сведения о практическом использовании результатов исследования

Новый способ оценки систолической и диастолической функции миокарда левого и правого желудочков сердца применяется в отделении ультразвуковой диагностики клиники Ростовского государственного медицинского университета, а также включен в лекционный курс и курс практических занятий на кафедре ультразвуковой диагностики ФПК и ППС и кафедре лучевой диагностики и лучевой терапии РостГМУ. По теме диссертации опубликовано 20 печатных работ, из них 3 работы в журналах, рекомендованных ВАК, запатентовано изобретение.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ДИАГНОСТИКИ СИСТОЛИЧЕСКОЙ И ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЙ ЛЕВОГО И ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА СЕРДЦА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями остается актуальной проблемой здравоохранения всего мира (Всемирная организация здравоохранения, 2015). Ранняя и точная диагностика дисфункций миокарда имеет важное значение для проведения эффективного лечения и улучшения прогноза пациентов с кардиальной патологией (Mada R., 2014).

На сегодняшний день в кардиологии используются самые передовые методы диагностики нарушений функций сердца, а именно: вентрикулография (Ершова Е.В., Мухарлямова Э.Р., 2012; Завадовский К.В. и соавт., 2014), термодиллюция (Хуссейн А.Х. и соавт., 2013), магнитно-резонансная томография (МРТ) (Герок Д.В., 2011), компьютерная томография (КТ) (Галявич А.С. и соавт., 2013; Ярощук Н.А. и соавт., 2012). Это достаточно точные и эффективные методы, которые позволяют оценить структуру и насосную функцию ЛЖ и ПЖ (Галявич А.С. и соавт., 2013; Ярощук Н.А. и соавт., 2012), но рутинное использование их в кардиологической практике невозможно по двум причинам: во-первых, инвазивность некоторых методик далеко не безопасна (Михеев Н.Н., 2015), во-вторых, высокая стоимость исследования.

В отличие от вышеуказанных методов, ультразвуковое исследование сердца является неинвазивным, современным, безопасным, а самое главное – высокоинформативным методом оценки строения и функций сердца (Мареев В.Ю. и соавт., 2010; Алехин М.Н., 2012).

1.1 Эхокардиографическая оценка систолической и диастолической функций левого желудочка сердца

Одной из важнейших задач эхокардиографии является оценка систолической и диастолической функций левого желудочка (Kim H.L. и соавт.,

2013). Это необходимо для диагностики и прогноза целого ряда заболеваний (ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия, миокардиопатии и др.), выбора и оценки эффективности терапии.

1.1.1 Эхокардиографическая оценка систолической функции левого желудочка

В соответствии с современными рекомендациями Европейского общества кардиологов, эхокардиография считается лучшим методом в оценке систолической функции сердца (Lancellotti P. и соавт., 2010).

Наиболее употребляемым в клинической практике показателем сократительной способности ЛЖ является фракция выброса (ФВ). В повседневной практике применяют следующие критерии разделения ФВ: менее 40% – очевидно сниженная, от 40 до 50% – «сумеречная зона», более 50% – сохраненная фракция выброса ЛЖ (Внутренние болезни, 2012). ФВ ЛЖ прямо зависит от объема ЛЖ, его преднагрузки и постнагрузки, частоты сердечных сокращений, состояния клапанов и не должна рассматриваться в качестве синонима индекса сократимости. В частности, нормальный ударный объем может сохраняться, несмотря на сниженную фракцию выброса левого желудочка, за счет расширения полости и увеличения объема ЛЖ (Мареев В.Ю. и соавт., 2010).

Существуют несколько методов определения ФВ, которые можно разделить на две группы в зависимости от того, в каком режиме ультразвукового сканирования сердца – М- или двухмерной эхокардиографии – они проводятся.

При расчете фракции выброса в М-режиме по методу Тейхольца оценивают сократимость ЛЖ, по сути, на уровне одного циркулярного «ультразвукового среза» (при строго перпендикулярном изображению стенок желудочка расположении курсора) (Бабуков Р.М., Бартош Ф.Л., 2015). При правильной геометрии левого желудочка и отсутствии нарушений локальной сократимости этот метод вполне адекватен, но в случаях инфаркта миокарда,

и тем более аневризмы, желудочка его применение часто дает неверный результат. Это ограничивает использование метода Тейхольца в клинической практике (Мареев В.Ю. и соавт., 2013).

Другим способом расчета ФВ является метод дисков (метод Симпсона) (Lancellotti P. и соавт., 2010; Nagueh S.F. и соавт., 2011). Этот метод наиболее популярен у врачей практического здравоохранения всего мира. Он более точен в оценке глобальной сократимости миокарда по сравнению с методикой Тейхольца (Бабуков Р.М., Бартош Ф.Л., 2015). Однако данный метод основан на обводе границы эндокарда и при неудовлетворительном качестве изображений (четкая визуализация менее 80% эндокарда ЛЖ) также может дать неточную информацию (Lang, R.M. и соавт., 2012).

Благодаря своей высокой информативности широкое распространение (особенно за рубежом) получила методика оценки амплитуды экскурсии латерального края кольца митрального клапана (MAPSE) в М-режим. Это простой метод оценки систолической функции ЛЖ (Tasolar H. и соавт., 2015; Ну К. и соавт., 2013), показатель MAPSE легко зарегистрировать (Matos J. и соавт., 2012). Ранее была показана тесная связь между MAPSE и фракцией выброса и другими маркерами систолической функции ЛЖ (Ну К. и соавт., 2013). Определение MAPSE позволяет оценить систолическую функцию даже неопытному специалисту и у пациентов с плохой визуализацией (Ну К. и соавт., 2013). В работе J. Matos (2012 г.) было показано, что при сопоставлении с ФВ ЛЖ чувствительность метода в выявлении систолической дисфункции ЛЖ составляет 92%, а специфичность – 100%. Нормальное значение MAPSE больше 11 мм для женщин и больше 13 мм для мужчин, при тяжелой дисфункции этот показатель значительно снижается (меньше 6 мм для мужчин и женщин) (Matos J. и соавт., 2012).

Для оценки систолической функции ЛЖ можно применить и индекс Теи (Tei index) (Атьков О.Ю., 2015; Ларина В.Н. и соавт., 2013; Besli F. и соавт., 2015; Carluccio E. и соавт., 2012; Chen S. и соавт., 2010; Kaplan S. и соавт., 2014). Этот индекс рассчитывают как сумму времен

изоволюмического расслабления и сокращения, отнесенную к периоду изгнания ЛЖ (Атьков О.Ю., 2015; Chen S. и соавт., 2010). Исследование проводят в импульсно-волновом режиме; при размещении контрольного объема в выходном тракте проводят одновременную регистрацию митрального кровотока и кровотока в выходном тракте ЛЖ (Атьков О.Ю., 2015; Ларина В.Н. и соавт., 2013; Chen S. и соавт., 2010).

Нормальное значение индекса Теи ЛЖ у взрослых составляет меньше 0,4. Бóльшие величины свидетельствуют о сниженной систолической функции, в том числе индекс больше 1,0 – о значительной выраженности дисфункции (Айрапетян Г.Г., 2011; Carluccio E. и соавт., 2012; Ларин В.Н., 2013; Атьков О.Ю., 2015).

Расчет индекса Теи не всегда возможен из-за технической сложности одновременной адекватной визуализации указанных потоков, кроме того на него оказывают влияние величина сердечного выброса и ЧСС. Поэтому его использование в реальной практике ограничено (Атьков О.Ю., 2015).

В середине 90-х гг. был разработан метод тканевой доплерографии (DTI), предназначенный для количественной оценки движения миокарда и внутрисердечных структур (Алехин М.Н., 2010).

Тканевую доплерографию применяют для оценки движения латеральной части фиброзного кольца (ФК) двустворчатого клапана (Алехин М.Н., 2010; Бокерия О.Л, Аверина И.И., 2014). Установлено, что полученная из апикальной четырехкамерной позиции с помощью DTI систолическая скорость движения латерального края ФК двустворчатого клапана 7,5 см/с и более является предиктором сохраненной левожелудочковой функции с чувствительностью 79% и специфичностью 88% (Rajender A. и соавт., 2012).

Совсем недавно появились новые методы, такие как Strain (деформация миокарда) и Strain Rate (скорость деформации миокарда) (Dalen H. и соавт., 2010; Noit B.D, 2011; Екимова Н.А. и соавт., 2013; Буховец Л.И., 2013; Mada R., 2014), Tissue Tracking Imaging (Буховец Л.И., 2013; Zareian M. и соавт., 2015), являющиеся производными тканевой доплерографии. Они дают

ценную информацию о функции миокарда при различных клинических состояниях. Но чаще всего данные методики используются в научных исследованиях (Козлов П.С., 2010).

Проанализировав данные литературы о нагнетательной способности ЛЖ, мы для исходного сравнения состояния сократительной способности ЛЖ у практически здоровых лиц и больных с патологией сердечно-сосудистой системы выбрали следующие ДэхоКГ показатели: фракция выброса ЛЖ, экскурсия латерального края кольца митрального клапана (MAPSE) и величина систолического компонента спектрограммы, записанная при тканевой доплерографии кольца двустворчатого клапана.

1.1.2 Эхокардиографическая оценка диастолической функции левого желудочка

За последние годы возрос интерес к проблемам диастолической дисфункции левого желудочка в связи с ее широкой распространенностью (Хамуев Я.П., 2012).

Ранее для оценки нарушения расслабления левого желудочка применяли М- и В-режимы эхокардиографии (Бокерия Л.А. и соавт., 2012). Скорость изменения размера ЛЖ, определяемого в М-режиме, может использоваться для оценки скорости наполнения ЛЖ. Такую же информацию можно получить, определяя и скорость изменения толщины стенок ЛЖ в течение сердечного цикла (Ван Е.Ю., 2014). Однако точность этой методики не слишком высока.

При обследовании миокарда в режиме двухмерной ЭхоКГ можно визуально оценить движение кольца двустворчатого клапана, определить размеры левого предсердия, измерить толщину стенок ЛЖ, проанализировать процесс расширения ЛЖ в диастолу (Кузнецова Л.М., 2015; Атьков О.Ю., 2015). Данная информация необходима для объективной оценки диастолической дисфункции. Однако, применяя двухмерную

эхокардиографию, невозможно количественно оценить степень нарушения расслабления ЛЖ.

Быстрая и точная оценка нарушения расслабления ЛЖ появилась с возникновением доплерографических методов исследования (Неласов Н.Ю., 2010; Хамуев Я.Б., 2011). Самый популярный способ обнаружения диастолической дисфункции ЛЖ с помощью импульсно-волновой доплерографии – это оценка трансмитрального кровотока (Татарина А.Ю. и соавт., 2013). В апикальной позиции датчика измеряются максимальная скорость раннего диастолического наполнения ЛЖ (пик E), максимальная скорость потока в систолу предсердий (пик A), а также отношение пиков E/A (в норме 1,0–1,5), время изоволюмического расслабления желудочков (IVRT 60–85 мс), время замедления раннего диастолического наполнения (DT 160–220 мс) (Татарина А.Ю. и соавт., 2013; Швед Н.И. и соавт., 2014).

Выделяют три типа нарушений наполнения левого желудочка (Буховец Л.И., 2013; Швед Н.И. и соавт., 2014, Богданов Д.В., 2014).

Первый тип диастолической дисфункции – нарушение релаксации. Он соответствует начальному нарушению диастолического наполнения и характеризуется снижением скорости раннего диастолического наполнения (E), компенсаторным увеличением скорости позднего наполнения ЛЖ (A) и соответствующим снижением соотношения E/A МК (<1,0), увеличением времени замедления пика E (>220 мс) и времени изоволюмического расслабления ЛЖ (>100 мс) (Богданов Д.В., 2014).

Второй тип ДД – псевдонормальный. Он сопряжен с повышением давления в левом предсердии. При данном типе соотношение E/A и время DT могут быть нормальными (E/A МК = 1-2, IVRT = 70-100 мс, DT = 150-200 мс). Для различения нормального типа наполнения ЛЖ и псевдонормального дополнительно определяют доплеровские показатели (такие, как кровоток в легочных венах) (Богданов Д.В., 2014). Также по данным литературы, снижение максимальной скорости движения фиброзного кольца МК в

раннюю диастолу менее 8,5 см/с и отношения E'/A' менее 1,0 говорит о псевдонормальном трансмитральном кровотоке с чувствительностью 88% и специфичностью 67% (Жук О.А. и соавт., 2014).

Третий тип ДД – рестриктивный. Возникает при увеличении жесткости ЛЖ и нарастании давления в левом предсердии. Для данного типа ДД характерно увеличение скорости пика E , укорочение времени замедления раннего диастолического наполнения ($DT < 150$ мс), уменьшение времени изоволюмического расслабления ЛЖ (< 70 мс) и увеличение соотношения E/A МК ($> 2,0$). Выявляется, как правило, у больных с клиническими признаками сердечной недостаточности (Богданов Д.В., 2014).

Наиболее точная диагностика диастолической дисфункции возможна с помощью инвазивных методов оценки гемодинамики, но это мало приемлемо для широкой практики. Более доступной является оценка диастолической функции с помощью DTI (Мареев В.Ю. и соавт., 2010; Неласов Н.Ю. и соавт., 2010; Хамуев Я.Б., 2011).

Тканевая доплерография позволяет зафиксировать скорости движения участков миокарда не только в систолу, но и в диастолу – «зеркальные» пики E' и A' . В отличие от скорости потока E , скорость движения участка миокарда (E') мало зависит от величины преднагрузки и в большей степени определяется собственно диастолической активностью (движением) сердечной мышцы (Агеев Ф.Т., 2010).

Важно помнить, что нормальные значения большинства ультразвуковых показателей диастолической функции ЛЖ зависят от возраста, ЧСС и площади поверхности тела (Терещенко С.Н. и соавт., 2013). Также важно понимать, что ни один из ультразвуковых показателей не обладает достаточной диагностической точностью, для того чтобы на основании его оценки был сделан вывод о наличии либо отсутствии у больного диастолической дисфункции ЛЖ (Kim H.L. и соавт., 2013). При анализе диастолической функции всегда следует учитывать комплекс показа-

телей, включая данные доплеровских и двухмерного режимов (Терещенко С.Н. и соавт., 2013).

Применение тканевой доплерографии для анализа состояния диастолического наполнения ЛЖ в последние годы продемонстрировало большие возможности (Алехин М.Н., 2010; Kim H.L. и соавт., 2013). Это связано с тем, что параметры DTI, в отличие от показателей трансмитрального кровотока, малочувствительны к изменению преднагрузки (Wu V. и соавт., 2014). Различают тканевую доплерографию в В- и М-режимах, а также спектральную доплерографию (Wu V. и соавт., 2014)

Эффективный способ анализа глобальной функции – оценка движения фиброзного кольца двустворчатого клапана с помощью метода DTI (Schattke S. и соавт., 2010; Kim H.L. и соавт., 2013). В большинстве случаев, используя импульсноволновой тканевой доплер, оценивают движение латерального края ФК двустворчатого клапана (Kim H.L. и соавт., 2013). Однако нормативные значения скоростных показателей DTI для латерального края фиброзного кольца двустворчатого клапана в разных работах существенно отличаются: 1) по данным A.L. Baggish и соавт. (Baggish A.L. и соавт., 2010), показатели E' и A' для латеральной части фиброзного кольца двустворчатого клапана должны быть меньше 9,9 и 5,6 см/с; 2) Миронов С.А. и соавт. (Миронов С.А. и соавт., 2009) считают, что значение E' и A' должны быть больше – $11 \pm 2,8$ см/с и $8,4 \pm 2,4$ см/с; 3) по данным U. Oliveira и соавт. (Oliviero U. и соавт., 2010), нормальные скоростные значения E' и A' составляют $14,3 \pm 4,9$ и $11,0 \pm 4,0$ см/с; 4) по мнению Полтановой М.Б. и соавт. (Полтанова М.Б. и соавт., 2011) нормальные значения E' и A' составляют 17,0 см/с и 8,0 см/с. Таким образом, очевиден большой разброс нормативных скоростных значений. Вопреки разногласиям, в некоторых исследованиях было продемонстрировано, что импульсноволновая DTI кольца двустворчатого клапана дает более подробную и точную информацию о состоянии глобальной диастолической функции ЛЖ, чем стандартные показатели трансмитрального кровотока и потока в выходном тракте левого

желудочка (Kim H.L. и соавт., 2013; Wu V. и соавт., 2014). Продемонстрировано, что с уменьшением показателя E' и увеличением показателя A' спектрограммы тканевого доплеровского исследования растут глобальные диастолические нарушения.

В 2014 г. Злобина М.В. (Злобина М.В., 2014) доказала, что сочетание снижения показателя E' менее 8 см/с и отношения E'/A' менее 1,0 свидетельствует о псевдонормальном транзитральном кровотоке с чувствительностью 88% и специфичностью 67%.

Также возможность эффективного использования тканевого доплера показана в применении индекса E/E' (отношение величины транзитрального кровотока (E) к показателю тканевого доплера (E')) (Sturgess D. и соавт., 2010; Глезер М.Г. и соавт., 2015). В работах многих авторов установлены нормативные значения индекса E/E' : в трудах М.А. Саидовой и соавт. (Саидова М.А. и соавт., 2008) значение составляет $8,0 \pm 2,3$; в работе U. Oliveiro и соавт. – $4,5 \pm 1,9$ (Oliviero U. и соавт., 2010); у A.L. Baggish и соавт. (Baggish A.L. и соавт., 2010) нормативное значение составляет $7,8 \pm 1,2$; в работе D.M. Miao и соавт. (Miao D.M. и соавт., 2011) – $7,4 \pm 1,9$; в работе F.F. Wang и соавт. (Wang F.F. и соавт., 2011) – $6,0 \pm 1,8$, в работах Q. Shang и соавт. (Shang Q. и соавт., 2011) и G.J. Perry и соавт. (Perry G.J. и соавт., 2011) – менее 10,0. Таким образом, нормативные значения существенно различаются, что, вероятнее всего, обусловлено гендерными и возрастными отличиями обследуемых здоровых лиц. Так, Плохова Е.В. и соавт. обнаружили связь показателей тканевой доплерографии с возрастом (Плохова Е.В. и соавт., 2015).

1.2 Эхокардиографическая оценка систолической и диастолической функций правого желудочка сердца

Функция правого желудочка является независимым фактором определения клинического состояния и прогноза в ряде врожденных и приобретенных патологических состояний (Ghio S. и соавт., 2010; Fichet J. и

соавт., 2012). Оценка функции правого желудочка играет ключевую роль в прогнозировании течения заболевания у пациентов с хронической сердечной недостаточностью, острой декомпенсированной сердечной недостаточностью и легочной гипертензией (Науменко Ж.К., Неклюдова Г.В., 2012; Mada R., 2014).

Тем не менее, ее формальной оценкой часто пренебрегали из-за отсутствия простых и надежных методов количественной оценки (Andre La Gerche и соавт., 2010; Aneq M., 2012).

Трудности анализа связаны прежде всего с особенностями геометрической формы и строения ПЖ – более выраженной трабекуляцией и меньшей толщиной стенок по сравнению с ЛЖ (Бокерия О.Л, Аверина И.И., 2014; Саидова М.А. и соавт., 2014; Саидова М.А. и соавт., 2015).

Однако развитие ЭхоКГ показало, что методика дает возможность получить подробную информацию о структурно-функциональном состоянии не только левых отделов сердца, но и правых (Науменко Ж.К., Неклюдова Г.В., 2012. С помощью современных эхокардиографических технологий становится возможным по-новому исследовать ПЖ, что ранее представляло трудности (Aneq M. и соавт., 2012; Саидова М.А. и соавт., 2014).

В рекомендациях Американского (ASE) и Европейского (EAE) обществ по ЭхоКГ, опубликованных в 2012 г. (Lang R.M. и соавт., 2012), основные измерения относились к исследованию левых отделов сердца, и лишь небольшой их раздел касался ПЖ и правого предсердия. В 2010 г., по результатам многоцентровых исследований с участием большого числа больных и в связи с получением новых данных о роли ПЖ в центральной гемодинамике, были разработаны и созданы отдельные рекомендации по эхокардиографической оценке правых камер сердца (Rudski L.G. и соавт., 2010). Они более подробно освещают вопросы измерения ряда необходимых параметров, оценки систолической и диастолической функций ПЖ, в том числе с помощью современных эхокардиографических технологий, таких как

тканевая доплерография миокарда (Саидова М.А. и соавт., 2014; Саидова М.А. и соавт., 2015).

Тканевая доплерография – современный метод, который позволяет количественно оценить амплитуду и скорость движения различных сегментов миокарда и сердечных структур (Науменко Ж.К., Неклюдова Г.В., 2012; Саидова М.А. и соавт., 2015). К. Isaaз и соавт. (Isaaз К. и соавт., 1989) в 1989 г. первыми показали возможности импульсно-волнового режима тканевого доплера в количественной оценке сократимости миокарда. В 1992 г. W.M. McDicken и соавт. (McDicken W.M. и соавт., 1992) получили цветное доплеровское изображение миокардиальных скоростей, а в 1994 г. A. Fleming (Ferlinz J., 1980) с помощью цветowego M-режима определил трансмуральный миокардиальный градиент с высоким временным и пространственным разрешением. M. Uematsu и соавт. (Uematsu M. и соавт., 1995) в 1995 г. впервые описали внутримыокардиальный градиент, что позволило оценивать собственно локальную сократимость независимо от общего движения сердца. Более поздние и наиболее перспективные для клинической практики являются режимы, которые позволяют изучить локальную деформацию миокарда (strain и strain-rate), впервые описанные A. Heimdal и соавт. в 1998 г. (Буховец Л.И., 2013; Mada R., 2014; Жук О.А., 2014; Аверина И.И. и соавт., 2015)

1.2.1 Эхокардиографическая оценка систолической функции правого желудочка

На сегодняшний день возрос интерес к методикам оценки объемов, формы и систолической функции правого желудочка, что связано с клиническим и прогностическим его значением при различной патологии (Поташев С.В., 2011; Скидан В.И. и соавт., 2012; Leibundgut G. и соавт., 2010; Tamborini G. и соавт., 2010). Разработаны несколько подходов к оценке систолической функции ПЖ на основе ДЭХОКГ. Первый из них – анализ камер правых отделов сердца с помощью M-режима. При этом для анализа

сократимости ПЖ предложено применять формулу Тейхольца (Бабуков Р.М., Бартош Ф.Л., 2015). По мнению авторов, данная формула позволяет быстро произвести расчеты. Однако при неудовлетворительной визуализации правого желудочка и в случае, когда неперпендикулярно изображению установлен курсор М-режима, часто возникают ошибки измерения (Белевская А.А. и соавт., 2015). Другим приемом упрощенной оценки систолической функции ПЖ является изучение экскурсии правого фиброзного кольца (Науменко Ж.К., Неклюдова Г.В., 2012).

Систолическая экскурсия плоскости трикуспидального кольца (TAPSE) в М-режиме – достаточно простой метод, позволяющий определить амплитуду систолического движения латерального трикуспидального кольца (Поташев С.В., 2011; Addetia К. и соавт., 2014; Tousignant С. и соавт., 2012; Natam, N., 2014; Саидова М.А. и соавт., 2015).

Для измерения TAPSE используется апикальная четырехкамерная позиция: курсор устанавливают на уровне кольца трехстворчатого клапана, после чего включают М-режим и на полученном изображении измеряют систолическую экскурсию кольца ТК (Белевская А.А. и соавт., 2015).

В норме систолическая экскурсия кольца трехстворчатого клапана составляет более 21 мм (Айрапетян Г.Г., Адамян К.Г., 2011; Саидова М.А. и соавт., 2015). Его снижение до 16 мм и меньше говорит о плохом прогнозе при различных сердечно-сосудистых заболеваниях (Поташев С.В., 2011; Addetia К. и соавт., 2014; Саидова М.А. и соавт., 2015). Показано, что систолическая экскурсия кольца трехстворчатого клапана хорошо коррелирует с ФВ ПЖ: при значении TAPSE $\geq 2,0$ см – ФВ ПЖ = 50 %; TAPSE $\geq 1,5$ см – ФВ ПЖ = 40 %; TAPSE $\geq 1,0$ см – ФВ ПЖ = 30 %; TAPSE $\geq 0,5$ см – ФВ ПЖ = 20 % (Поташев С.В., 2011). Также о плохом прогнозе и более выраженной СД ПЖ указывает значение TAPSE $< 1,8$ см (Поташев С.В., 2011; Addetia К. и соавт., 2014; Schmid E. и соавт., 2015). Этот метод достаточно прост и эффективен. Однако и у него есть слабые стороны: у многих пациентов латеральный край кольца визуализируется нечетко, в связи

с чем, и кривая его движения в М-режиме выглядит расплывчато, что, естественно, снижает точность измерения (Поташев С.В., 2011; Addetia К. и соавт., 2014; Tousignant С. и соавт., 2012).

Вторым подходом к оценке систолической функции ПЖ является проведение анализа по данным В-режима (Hatam, N., 2014).

Рекомендовано оценивать изменения площади сечения ПЖ от диастолы к систоле (Fractional Area Change – FAC), которая измеряется из апикальной четырехкамерной позиции (Науменко Ж.К., Неклюдова Г.В., 2012; Белевская А.А. и соавт., 2015). Этот показатель используют для количественной оценки функции правого желудочка и он хорошо коррелирует с ФВ ПЖ по данным магнитно-резонансной томографии ($r = 0,88$) и имеет важное прогностическое значение при многих патологических состояниях (Белевская А.А. и соавт., 2015). Нижняя граница нормы FAC составляет 35% (Белевская А.А. и соавт., 2015).

Предложено сопоставлять и объемы правого желудочка на протяжении сердечного цикла для оценки его систолической функции.

В 1979 г. W. Bommer и соавт. (Bommer W. и соавт., 1979) для получения информации предложили использовать методику «площадь–длина» для оценки объемов ПЖ в систолу и диастолу. Т. Watanabe и соавт. предложили для измерения объемов ПЖ использовать формулу Simpson (Watanabe Т. и соавт., 1982). В 1982 г. M.R. Starling и соавт. (Starling M.R. и соавт., 1982) предложили измерять в субкостальной позиции выносящий тракт ПЖ, а камеру ПЖ – в четырехкамерной позиции. При этом площадь и длина ПЖ должны были измеряться в обеих проекциях. Еще один метод разработан М. Tomita и соавт. в 1992 г. (Tomita М. и соавт., 1992). Суть его заключается в вычислении полного объема обеих камер и последующем вычитании объединенного объема полости ЛЖ и межжелудочковой перегородки. Однако опыт применения предложенных методик показал, что они являются относительно сложными и недостаточно точными. Так, Л.М. Кузнецова и Д.А. Подчасов (Кузнецова Л.М., Подчасов Д.А., 2005) считают ошибочным

использовать метод Симпсона для определения объема ПЖ, так как в продольном сечении он имеет треугольную форму, а в поперечном – форму «полумесяца». Кроме того одновременное воспроизведение приточного и выходного отдела ПЖ в двухмерном режиме невозможно, так как они находятся в разных плоскостях. Это значительно удлиняет время проведения измерений.

Некоторые авторы считают, что при анализе сократительной способности ПЖ необходимо учитывать межжелудочковое взаимодействие; однако еще недостаточно выяснена истинная природа взаимосвязи между ПЖ и ЛЖ (Левчук М.Н., Бондаренко Б.Б., 2010).

Третий подход оценки систолической функции ПЖ – ДэхоКГ в импульсноволновом режиме. Методика позволяет определить ударный объем правого желудочка, который зависит от систолической функции ПЖ (Анег М. и соавт., 2012). При реализации методики измеряется площадь поперечного сечения легочной артерии и интеграл линейной скорости кровотока на этом же уровне. При перемножении указанных показателей мы получаем величину ударного объема ПЖ в миллилитрах. Однако этот метод имеет свои недостатки: сложность расчета и большие затраты времени.

Четвертый подход оценки систолической функции ПЖ – измерение скорости движения кольца трехстворчатого клапана с помощью тканевого доплера (S') (Fichet J. и соавт., 2012; Анег М. и соавт., 2012; Mada R., 2014). Для измерения пика S' используют апикальную четырехкамерную позицию: в импульсноволновом режиме тканевого доплера курсор устанавливают на уровне кольца ТК (Белевская А.А. и соавт., 2015). Показатель скорости движения кольца трикуспидального клапана в систолу по данным тканевой доплерографии легко воспроизводим при оценке систолической функции правого желудочка. Так, на систолическую дисфункцию ПЖ указывает значение показателя S' менее 10 см/с (Lawrence G.R. и соавт., 2010; Терещенко Е.А., 2014).

Тканевая доплерография ФК трехстворчатого клапана позволяет весьма точно оценить систолическую функцию правого желудочка сердца (Белевская А.А. и соавт., 2015); на сегодняшний день это особенно актуально, так как расчеты глобальной сократительной способности с использованием двухмерных режимов и формул, как было показано выше, далеко не всегда являются корректными (Westholm С., 2013).

Также, в ранней диагностике патологии сердца может помочь оценка продольной функции миокарда, так как при патологических состояниях, таких как ишемия и гипертрофия миокарда в первую очередь нарушается функция продольных миокардиальных волокон (Поташев С.В., 2011). В первую очередь для оценки продольной систолической функции ПЖ используется тканевой доплер (Усупбаева Д.А. и соавт., 2013; Бокерия О.Л, Аверина И.И., 2014).

По данным J. Meluzin и соавт. (Meluzin J. и соавт., 2003), скорость движения латерального края фиброзного кольца трехстворчатого клапана менее $< 10,8$ см/с у больных с признаками сердечной недостаточности говорит нам о неблагоприятном прогнозе. Таким образом, тканевая доплерография латерального края фиброзного кольца трикуспидального клапана (ТК) позволяет быстро, с применением минимальных измерений определять нарушения глобальной систолической функции правого желудочка.

J. Meluzin и соавт. (Meluzin J. и соавт., 2001) сравнивали фракцию выброса ПЖ сердца со скоростью движения ФК трикуспидального клапана. ФВ определяли используя радионуклидную вентрикулографию с применением ^{99m}Tc у 44 больных с сердечной недостаточностью и у 30 здоровых лиц. Получили, что у 31 (70%) из 44 больных с сердечной недостаточностью наблюдалась систолическая дисфункция ПЖ (фракция выброса менее 45%). Скорость движения ФК определяли из апикальной четырехкамерной позиции в месте соединения свободной стенки ПЖ с передней створкой трикуспидального клапана. J. Meluzin и соавт. установили

корреляцию между фракцией выброса ПЖ и систолической скоростью движения ФК ($r = 0,65$, $p < 0,001$). Таким образом, авторы показали, что систолическая скорость движения ФК трехстворчатого клапана менее 11,5 см/с позволяет прогнозировать снижение сократительной способности ПЖ (ФВ меньше 45%) с чувствительностью 90% и специфичностью 85% (Meluzin J. и соавт., 2001).

1.2.2 Эхокардиографическая оценка диастолической функции правого желудочка

Развитие эхокардиографии позволило анализировать не только систолическую, но и диастолическую функции ПЖ (Белевская А.А. и соавт., 2015). Чаще всего для оценки диастолической функции ПЖ (как и в случае с левым желудочком) используют импульсно-волновую спектральную доплерографию (Westholm С., 2013). Данная методика позволяет оценить кровотоки между правыми отделами сердца по доплеровскому спектру. Следует отметить, что лишь в последние годы появился большой интерес исследователей к состоянию функции ПЖ, в частности, к его диастолической функции (Райдинг Р., 2012; Лоскутова А.С. и соавт., 2013).

В рекомендации Американского общества эхокардиографии, опубликованных в 2010 г. в комплексную оценку диастолической функции ПЖ входит: соотношение скоростных диастолических показателей на ТК по данным ДЭхоКГ (E/A), время замедления (DT), соотношение E/E' (Lawrence G.R., 2010).

Различают три основные формы диастолической дисфункции ПЖ.

Первый тип нарушения диастолического наполнения – аномальное расслабление (ДД по I типу). Характеризуется уменьшением скорости раннего диастолического наполнения (E) и увеличением скорости позднего наполнения (A), снижением соотношения индексов E/A (меньше 0,8), удлинением IVRT (более 110 мс), удлинением времени замедления пика E (DT свыше 200 мс) (Darocha T. и соавт., 2015).

Второй тип – псевдонормальный. Это переходный период от состояния анормального расслабления ПЖ (ДД по I типу) к рестриктивному расслаблению (ДД по II типу); при этом DT – 160–200 мс, E/A – 0,8–1,5 (Dargocha T. и соавт., 2015).

Третий тип – рестриктивный. Характеризуется повышением пика E и снижением пика A, увеличением соотношения E/A (≥ 2), сокращением времени DT (< 160) (Dargocha T. и соавт., 2015).

Для того чтобы отличить псевдонормальное диастолическое наполнение от истинно нормального, необходимо дополнительно исследовать кровотоки в печеночных венах. К сожалению, это удлиняет время проведения исследования.

Следует также отметить, что точные величины нормы для доплеровских показателей диастолической функции ПЖ не могут быть установлены, так как на численные значения параметров транстрикуспидального кровотоков у здоровых лиц оказывают влияние множество разнонаправленных действующих параметров: возраст, ЧСС, объем циркулирующей крови, положение тела пациента, положение датчика и расположение контрольного объема по отношению к створкам трикуспидального клапана (Райдинг Р., 2012).

Диастолическая дисфункция ПЖ может быть единственным проявлением кардиальной патологии, но обычно она тесно связана с систолической дисфункцией.

По аналогии с левым желудочком, для ПЖ возможна оценка и диастолической функции методом тканевой доплерографии (Бокерия О.Л., Аверина И.И., 2014). Можно измерять время изоволюмического расслабления ПЖ. Но следует учитывать, что в норме ВИР при DTI обычно короче, чем при ЭхоКГ в импульсно-волновом режиме (Вилкенсхоф У., 2014). Это связано с тем, что окончание систолического пика движения миокарда далеко не всегда соответствует началу диастолы.

Можно измерять скоростные показатели движения кольца трехстворчатого клапана при расположении датчика в апикальной позиции. Обычно проводится анализ скоростных показателей раннего и позднего наполнения ПЖ (E' и A'). По данным Алехина М.Н. нормальным считается значение E' равное $12,0 \pm 2,8$ см/с, а $E'/A' - 1,4 \pm 0,4$ (Алехин М.Н., 2005); по мнению Терещенко Е.А. пик $E' - 9,4 \pm 0,5$ см/с, а $E'/A' - < 0,8$ или $2,1 >$ (Терещенко Е.А., 2014). В 2008 г. Склез Е.А. (Склез Е.А, 2008) продемонстрировала, что следует учитывать не только величину ранней диастолической скорости E' , но и пиковую скорость A' , снижение которой до 5 см/с и ниже может служить признаком псевдонормального или рестриктивного характера наполнения ПЖ. Данное исследование доказывает, что скорость раннего (E') и позднего (A') диастолического наполнения ПЖ позволяет надежно диагностировать диастолическую дисфункцию. Кроме того было показано, что величина отношения $E/E' > 13$ соответствует нарушениям не только диастолической, но и систолической функции ПЖ по данным тканевой доплерографии. При увеличении отношения $E/E' > 13$ отмечено увеличение среднего давления в правом предсердии и регионарные нарушения диастолической функции правого желудочка (Склез Е.А, 2008).

Но нарушение сократительной способности сердца также может приводить к уменьшению скорости пика E' независимо от состояния диастолической функции миокарда. В таких случаях необходимо учитывать и другие индексы, такие как отношение E'/A' .

Показатели тканевой доплерографии (прежде всего скорость E') используются для динамического наблюдения за состоянием диастолической функции миокарда, а также позволяют следить за результатами медикаментозного лечения (Mada R., 2014).

При этом немаловажно отметить, что режим импульсно-волнового тканевого доплера достаточно прост при выполнении.

Основной недостаток метода состоит в том, что одномоментно можно исследовать лишь один объект.

Таким образом, тканевая доплерография латерального края фиброзного кольца трехстворчатого клапана позволяет неинвазивно, быстро и одновременно оценить систолическую и диастолическую функции ПЖ (Westholm С., 2013).

Однако сегодня метод DTI реализован только на аппаратах экспертного и премиум-классов, в то время как в диагностической практике в основном используются приборы среднего уровня, не имеющие режима тканевого доплера. Таким образом, существует необходимость разработки новой простой методики, которая могла бы заменить тканевой доплер.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

За период с 2012 по 2014 гг. в отделении ультразвуковой диагностики клиники РостГМУ нами было обследовано 156 человек. Из общего числа обследуемых в возрастном диапазоне от 21 до 88 лет 77 человек составляли мужчины, 79 – женщины, средний возраст пациентов $53,4 \pm 14,6$ лет.

Больных с различной патологией сердца было 91 человек (средний возраст $60,5 \pm 10,3$), мужчин – 47, женщин – 44.

Среди обследованных было 65 практически здоровых лиц (контрольная группа) без клинико-инструментально-лабораторных признаков сердечно-сосудистой патологии, из них женщин – 35, мужчин – 30, средний возраст $43,4 \pm 13,8$.

2.1 Дизайн исследования

Для решения поставленных в исследовании задач продуман дизайн планируемой работы. Дизайн представлен на рисунке 2.1.

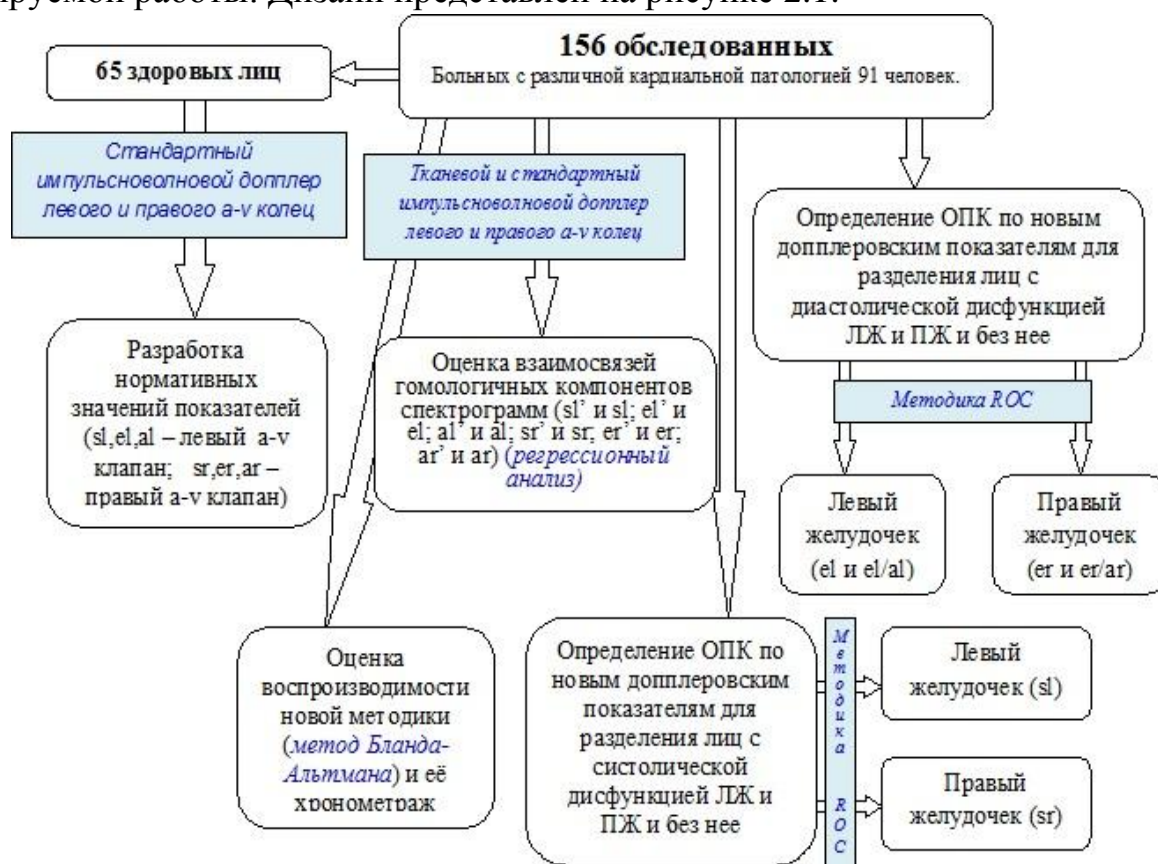


Рисунок 2.1 – Дизайн исследования

Критерии исключения. В исследование не включались пациенты:

а) с тахикардией (ЧСС более 100 ударов в минуту) из-за формирования «сливного» пика; с фибрилляцией предсердий (так как присутствует единственный пик E);

б) с выраженной клапанной недостаточностью (из-за изменения амплитуды движения миокарда желудочков и колец атриовентрикулярных клапанов в связи с объемной перегрузкой).

Критерии включения. В исследование включались:

а) практически здоровые лица без проявлений сердечно-сосудистой патологии по результатам обследования;

б) пациенты с сердечно-сосудистой патологией (ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия) с и без признаков сердечной недостаточности.

Отбор практически здоровых лиц проводили с учетом стандартизованных критериев включения в исследование, рекомендованных комитетом по референтным величинам Скандинавского общества клинической химии и клинической физиологии (Rosock S.J., 2015). К контингенту практически здоровых лиц относили тех, у кого отсутствовали:

а) жалобы на деятельность сердца и внутренних органов;

б) данные об ограничении переносимости физической нагрузки;

в) анамнестические данные перенесенной сердечной патологии;

г) отклонения нормативных значений АД и ЧСС при многократном измерении;

д) изменения на ЭКГ, рентгенограмме (флюорограмме);

е) отклонения в общем анализе крови и мочи, биохимии крови, липидограмме.

Перед включением в исследование всем лицам с предполагаемой сердечно-сосудистой патологией проводилось развернутое клинико-лабораторно-инструментальное обследование в соответствии с

отечественными и Европейскими рекомендациями (Рекомендации по лечению ИБС, 2014; Mancía G., 2013), которое включало:

- а) анализ жалоб и анамнеза;
- б) общий анализ крови и мочи, биохимию крови, липидограмму, глюкозу крови;
- в) при необходимости креатинин, мочевины;
- г) рентгенографию органов грудной клетки, ЭКГ;
ДэхоКГ;
- д) при необходимости тредмил-тест, суточное мониторирование артериального давления, суточное мониторирование ЭКГ, коронарографию.

Клинический диагноз устанавливался лечащим врачом кардиологического отделения.

2.2 Допплерэхокардиографическое исследование

Трансторакальная ДэхоКГ проводилась всем пациентам по стандартной методике (В-режим, М-режим, импульсноволновая, непрерывноволновая и цветовая доплер-ЭхоКГ, спектральная тканевая ДэхоКГ). Исследования проводились на аппаратах «АЛОКА 4000» и «Nemio 33» («Toshiba») секторным датчиком (диапазон частот инсонации 2,5–3 МГц) в положении пациента на левом боку. Для оценки структурных показателей левых и правых отделов сердца и глобальной систолической и диастолической функций ЛЖ и ПЖ определялись традиционные ДэхоКГ показатели (Воробьев А.С., 2015):

- 1) фракция выброса ЛЖ;
- 2) фракция укорочения ЛЖ;
- 3) фракция выброса ПЖ (методом Симпсона);
- 4) фракция укорочения ПЖ;
- 5) время изоволюмического сокращения ЛЖ (ВИС);
- 6) время изоволюмического расслабления ЛЖ (ВИР);
- 7) индекс миокардиальной производительности ЛЖ;

- 8) индекс миокардиальной производительности ПЖ;
- 9) максимальная пиковая скорость E трансмитрального кровотока;
- 10) максимальная пиковая скорость A трансмитрального кровотока;
- 11) максимальная пиковая скорость E транстрикуспидального кровотока;
- 12) максимальная пиковая скорость A транстрикуспидального кровотока;
- 13) скоростное отношение E/A трансмитрального кровотока;
- 14) скоростное отношение E/A транстрикуспидального кровотока;
- 15) время замедления пика E трансмитрального кровотока (DT или E зам);
- 16) MAPSE;
- 17) TAPSE

При оценке показателей трансмитрального и транстрикуспидального потоков контрольный объем устанавливали над местом смыкания створок двустворчатого и трехстворчатого клапанов, для определения времени изоволюмического расслабления и сокращения, а также E зам – в проекцию выходного тракта левого желудочка. Скорость развертки графика при использовании M- и спектрального доплеровского режимов составляла 100 мм/с.

Спектральную тканевую доплерографию ЛЖ и ПЖ проводили на уровне фиброзных колец митрального и трикуспидального клапанов из верхушечного доступа в четырехкамерной позиции. Контрольный объем устанавливался на уровне латеральных краев атриовентрикулярных клапанов. С помощью DTI оценивали пиковые скорости систолического (sl' и sr'), раннего (el' и er') и позднего диастолического (al' и ar') движения миокарда.

В исследование мы поставили задачу изучить спектрограммы движения колец атриовентрикулярных клапанов, записанных с помощью обычного импульсно-волнового доплера. Регистрацию систолического, раннего и позднего диастолического компонентов доплерограммы от левых и правых отделов сердца проводили следующим образом: из верхушечного доступа в позиции четырехкамерного сердца помещали кардиальный датчик с частотой инсонации 2,5 МГц, затем включали режим обычного импульсно-волнового доплера с расположением контрольного объема в проекции латеральных краев фиброзных колец митрального и трикуспидального клапанов. Скорость развертки доплеровской кривой, как и в других случаях, составляла 100 мм/с; кривая регистрировалась на выдохе

пациента. Спектрограммы, содержащие три компонента (один систолический и два диастолических), показаны на рисунках 2.2, 2.3. На записанной спектрограмме измерялись пиковые скорости систолического (sl' и sr'), раннего (el' и er') и позднего диастолического (al' и ar') движения миокарда левого и правого желудочков.

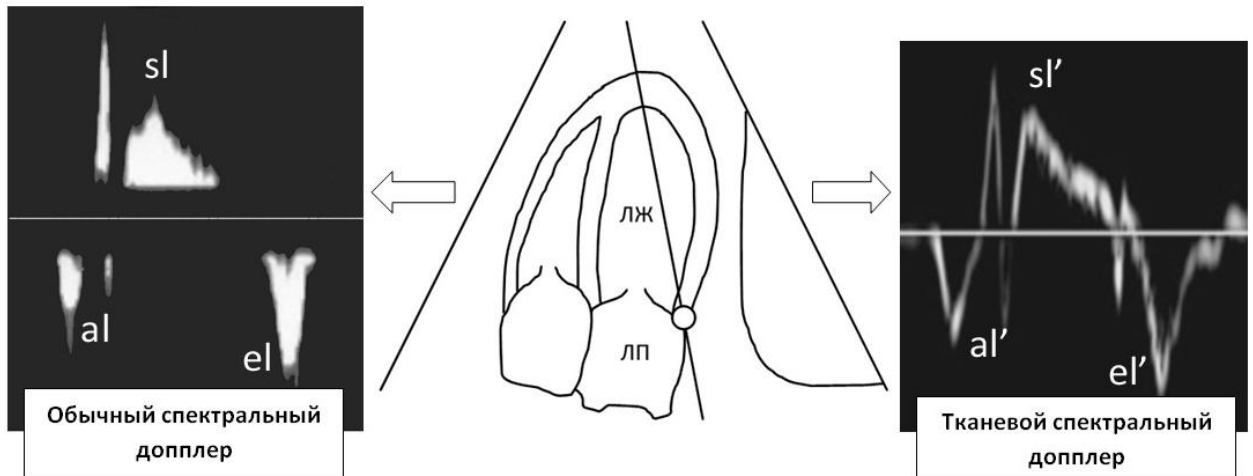


Рисунок 2.2. – По центру схема расположения датчика и контрольного объема для регистрации импульсволновой спектрограммы на уровне фиброзного кольца митрального клапана. Слева записанная спектрограмма обычного импульсволнового доплера. Справа спектрограмма тканевого доплера

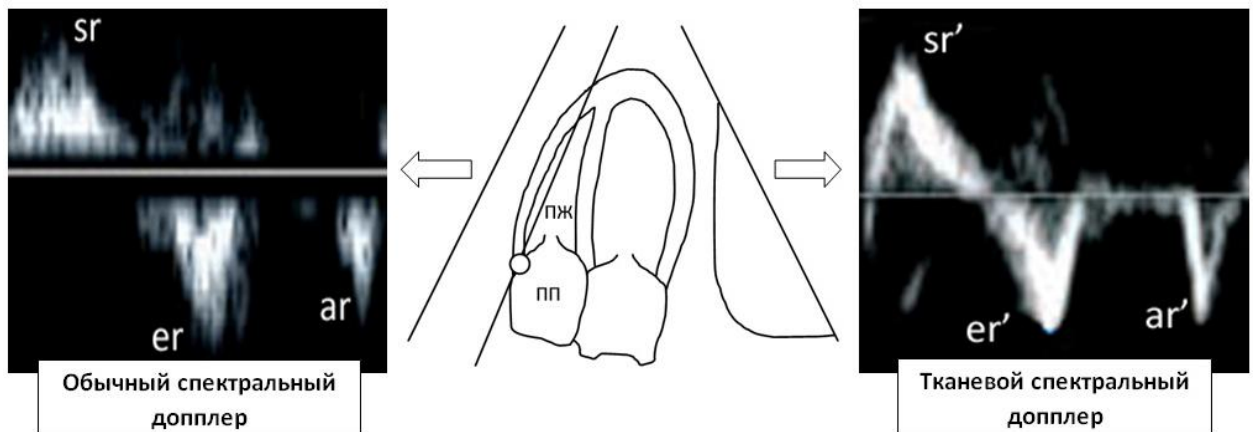


Рисунок 2.3. – По центру схема расположения датчика и контрольного объема для регистрации импульсволновой спектрограммы на уровне фиброзного кольца трикуспидального клапана. Слева записанная спектрограмма обычного импульсволнового доплера. Справа спектрограмма тканевого доплера

Систолическую дисфункцию левого желудочка исходно диагностировали путем комплексной оценки трех апробированных признаков – данных

тканевой доплерографии латерального края кольца митрального клапана ($sl' < 10$ см/с), фракции выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ $< 50\%$), экскурсии латерального края кольца митрального клапана (MAPSE < 13 мм) (Hu K. и соавт., 2013).

Данные о наличии СД ПЖ получали следующим образом. В качестве референтного метода применялась комплексная оценка данных тканевой доплерографии латерального края кольца трехстворчатого клапана ($sr' < 11$ см/с), фракции укорочения площади ПЖ в четырехкамерном сечении сердца (ФУ ПЖ $< 40\%$), экскурсии латерального края кольца митрального клапана (TAPSE < 19 мм) (Поташев С.В., 2011; Tousignant C. и соавт., 2012; Addetia K. и соавт., 2014).

Снижение нагнетательной функции ЛЖ и ПЖ диагностировалось при наличии значимых изменений минимум по двум из трех указанных выше показателей.

Исходные данные о наличии либо отсутствии диастолической дисфункции ЛЖ получали, применяя в качестве референтного метода диагностический алгоритм, рекомендуемый Американским обществом эхокардиографии (ASE) (Алехин М.Н., 2010).

Данные о наличии ДД ПЖ получали следующим образом. В качестве референтного метода применялась комплексная оценка данных тканевой доплерографии латерального края кольца трехстворчатого клапана ($er' < 12$ см/с; $E_r/er' > 4,0$), отношения пиков транстрикуспидального кровотока ($E_r/A_r < 0,8$ или $> 2,1$).

Снижение релаксационной функции ПЖ диагностировалось при наличии изменений минимум по двум показателям. Полученные данные о наличии дисфункций ЛЖ и ПЖ рассматривали в качестве референтного показателя.

2.3 Статистическая обработка результатов

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета программ «Statistica» 6,0 («StatSoft Inc.», USA). Параметрические показатели представлены в виде $M \pm SD$, где M – среднее, SD – стандартное отклонение. О характере распределения судили по форме гистограмм. При нормальности распределения признаков в группах, достоверность их различий для зависимых и независимых выборок оценивали по ANOVA. Непараметрический критерий Mann-Whitney-Wilcoxon использовали при неравномерности распределения признаков.

Для исследования вида зависимости одного признака от другого использовали линейный регрессионный анализ. В ходе анализа строились уравнения следующего вида: $Y = a + bX$. При оценке рассчитанной регрессионной модели ориентировались в первую очередь на коэффициенты корреляции r и детерминации R^2 и значение p для модели в целом.

Для сопоставления диагностической роли изученных параметров применяли методику ROC (характерологические кривые) с определением чувствительности и специфичности. Для оценки внутриоператорской и межоператорской воспроизводимости измеряемых и расчетных величин применяли метод Бланда–Альтмана. Результаты воспроизводимости параметров представлены как среднее арифметическое значение внутриоператорской разности (M , %), стандартное отклонение (SD , %), коэффициент вариации (CV , %).

Для всех видов анализа статистически значимыми считались значения $p < 0,05$. При значении $p < 0,1$ результаты расценивались как тенденция к достоверности изменений.

ГЛАВА 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ НОВЫХ ДОППЛЕРОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

sl И sr, el И al, er И ar

На первом этапе исследования мы поставили перед собой задачу разработать нормативные значения новых доплерографических показателей, полученных с помощью прерывисто-волновой доплерографии от левого и правого атриовентрикулярных колец (sl, el, al и sr, er, ar). Для решения этой задачи решено было проанализировать влияние пола и возраста на их величину и представить нормативные показатели в возрастном и гендерном аспектах.

3.1 Анализ влияния пола на изучаемые доплерографические показатели у практически здоровых лиц

Нами изучено 65 человек без признаков сердечно-сосудистых заболеваний; из них мужчин было 30 человек, женщин – 35 (средний возраст $43,4 \pm 13,8$ лет).

3.1.1 Анализ влияния гендерного фактора на показатель sl

Характер распределения показателя sl у практически здоровых лиц оказался нормальным (рисунок 3.1), в связи с этим для математического анализа нами использован метод ANOVA. При анализе установлено, что среднее значение sl у мужчин достоверно выше, чем у женщин. Так, значение этого показателя у лиц мужского пола составило $17,0 \pm 2,2$ см/с, а у лиц женского пола – $15,8 \pm 2,0$ см/с ($p = 0,029$) (рисунок 3.2). Вероятно, бóльшая скорость движения миокарда левого желудочка в систолу у мужчин обусловлена анатомическими и физиологическими различиями мужского и женского организма.

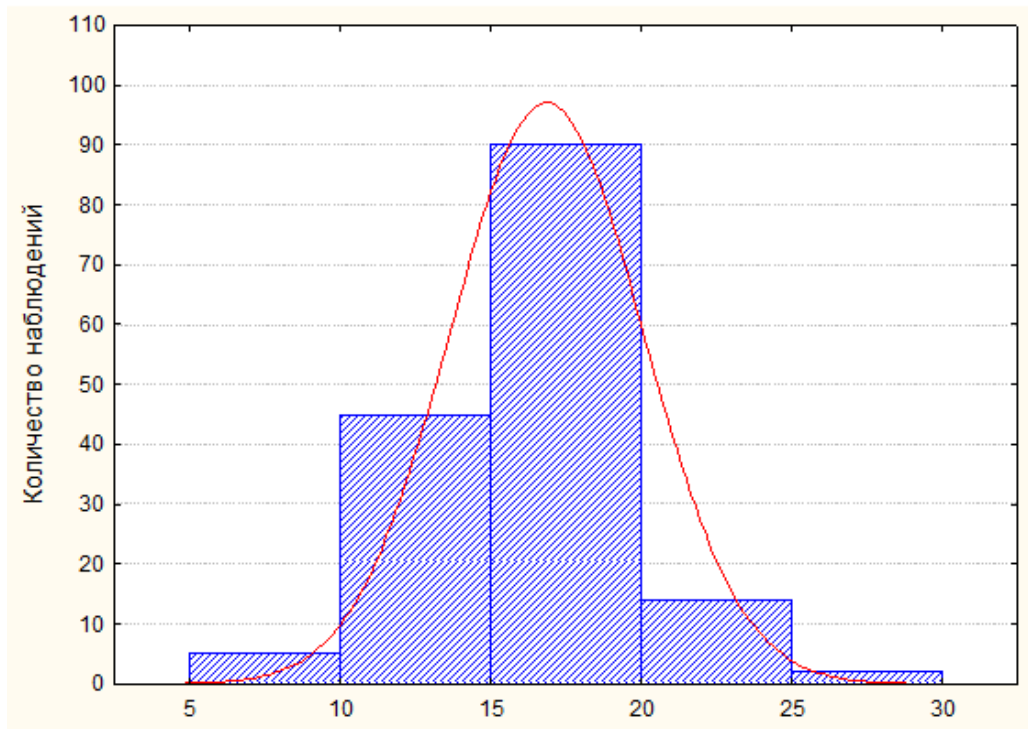


Рисунок 3.1.–Распределение показателя sl у практически здоровых мужчин и женщин

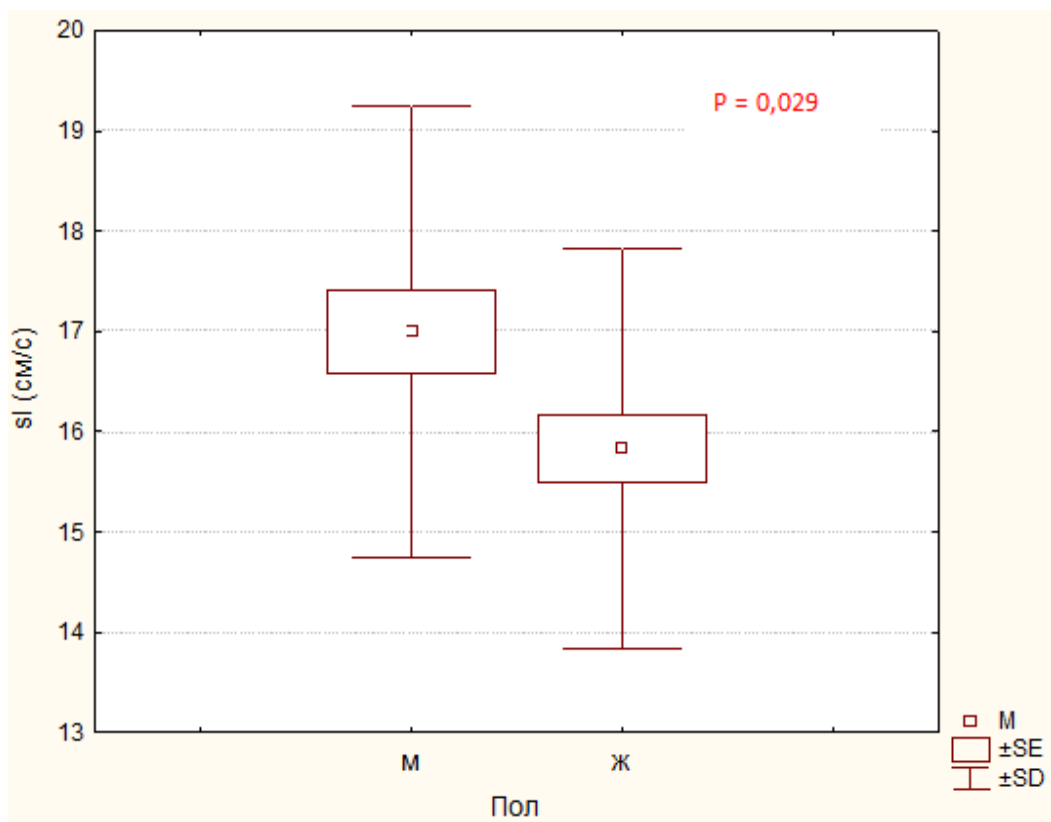


Рисунок 3.2 – Средняя величина показателя sl у практически здоровых мужчин и женщин

Таким образом, можно сделать вывод, что гендерный фактор влияет на величину sl .

3.1.2 Анализ влияния гендерного фактора на показатель eI

Характер распределения показателя eI также оказался нормальным; в связи с этим мы использовали методику ANOVA и выяснили, что половой фактор не оказывает влияния на величину eI . Так, значение этого показателя у лиц мужского пола составило $21,17 \pm 3,03$ см/с, а у лиц женского пола – $21,2 \pm 4,14$ см/с ($p = 0,97$) (рисунок 3.3). В качестве нормативного показателя можно использовать среднее значение eI у практически здоровых лиц без учета полового фактора ($21,18 \pm 3,64$ см/с).

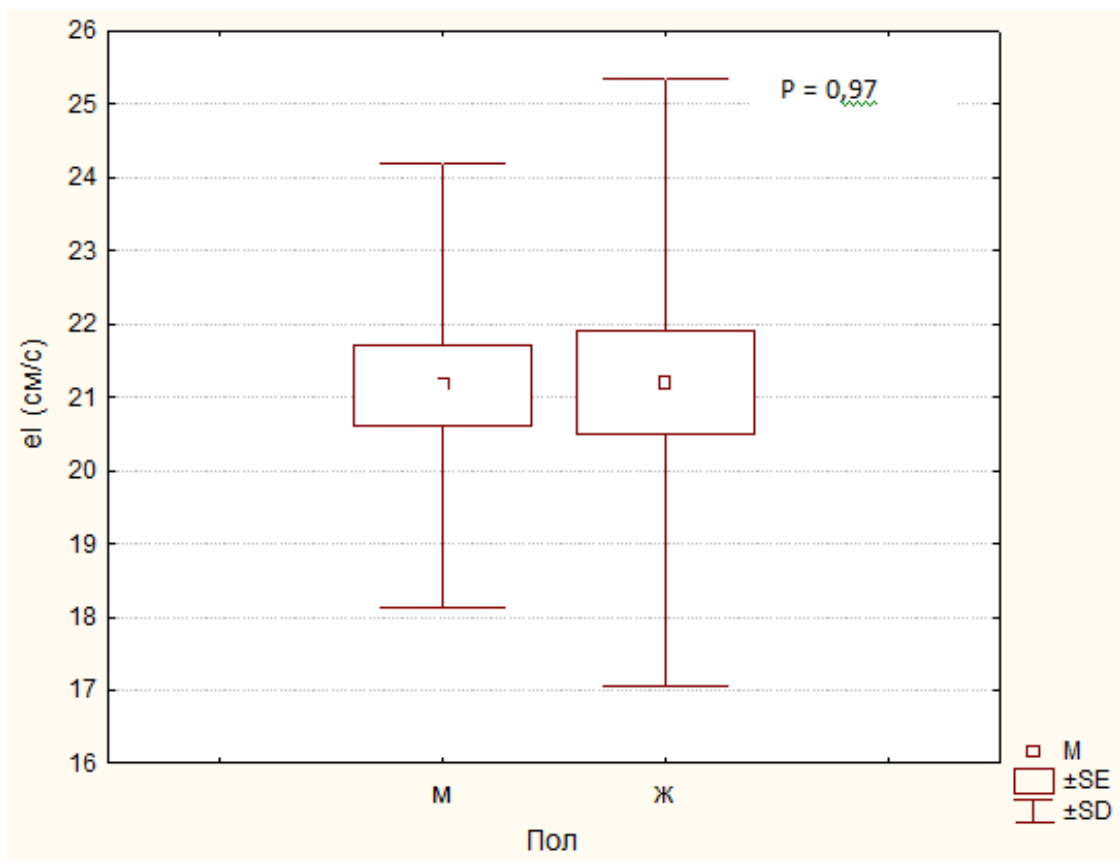


Рисунок 3.3. – Средняя величина показателя eI у практически здоровых мужчин и женщин

3.1.3 Анализ влияния гендерного фактора на показатель aI

Характер распределения показателя aI оказался нормальным, в связи с этим мы использовали методику ANOVA. Также выяснилось, что гендерный фактор не оказывает влияния на величину aI (так, значение этого показателя у лиц мужского пола составило $14,17 \pm 2,52$ см/с, а у лиц женского пола – $14,86 \pm 2,25$ см/с ($p = 0,28$) (рисунок 3.4). В качестве нормативного показателя можно использовать среднее значение aI у практически здоровых лиц ($14,53 \pm 2,38$ см/с).

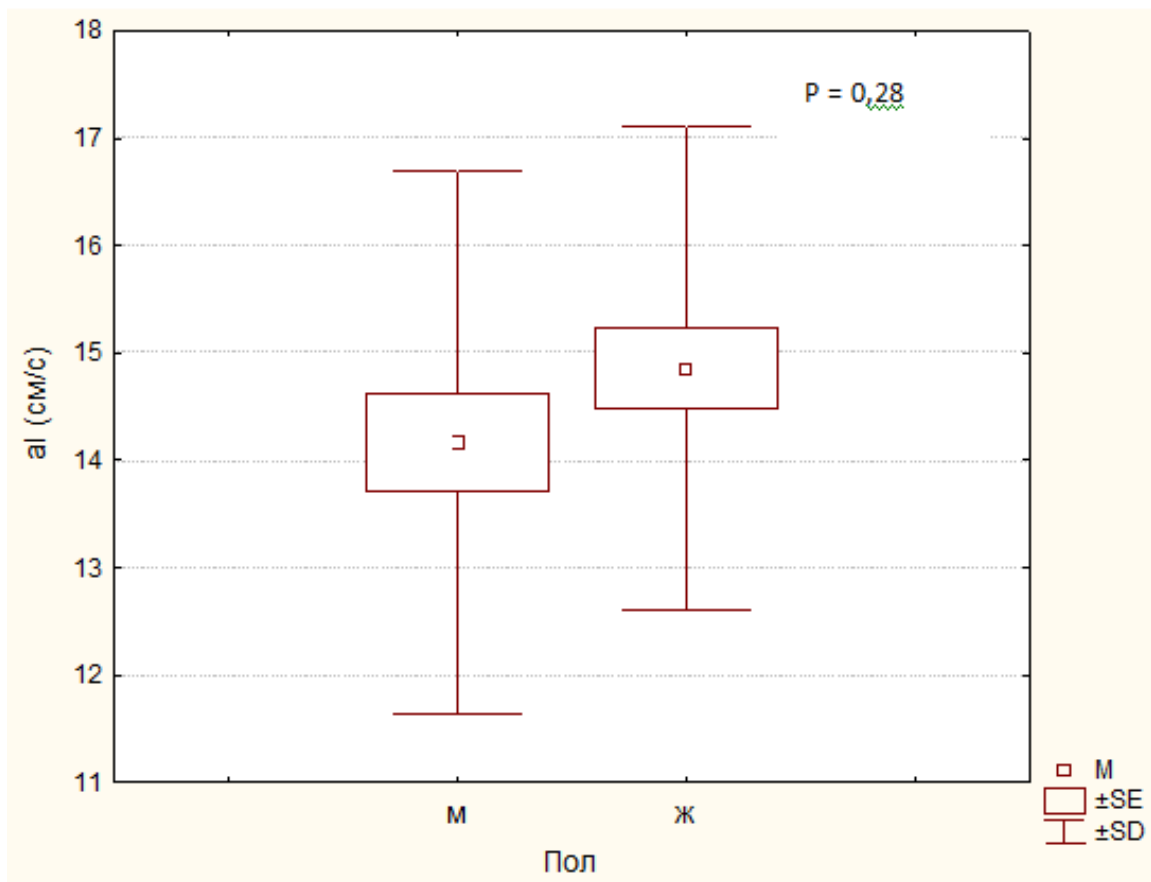


Рисунок 3.4. – Средняя величина показателя aI у практически здоровых мужчин и женщин

3.1.4 Анализ влияния гендерного фактора на показатель sr

Характер распределения показателя sr оказался также нормальным, в связи с этим мы использовали методику ANOVA. Выяснили, что половой фактор не оказывает влияния на величину sr (так, значение этого показателя у

лиц мужского пола составило $17,7 \pm 3,03$ см/с, а у лиц женского пола $-16,91 \pm 1,96$ см/с ($p = 0,21$) (рисунок 3.5). В качестве нормативного показателя можно использовать усредненное значение sr у практически здоровых мужчин и женщин ($17,28 \pm 2,53$ см/с).

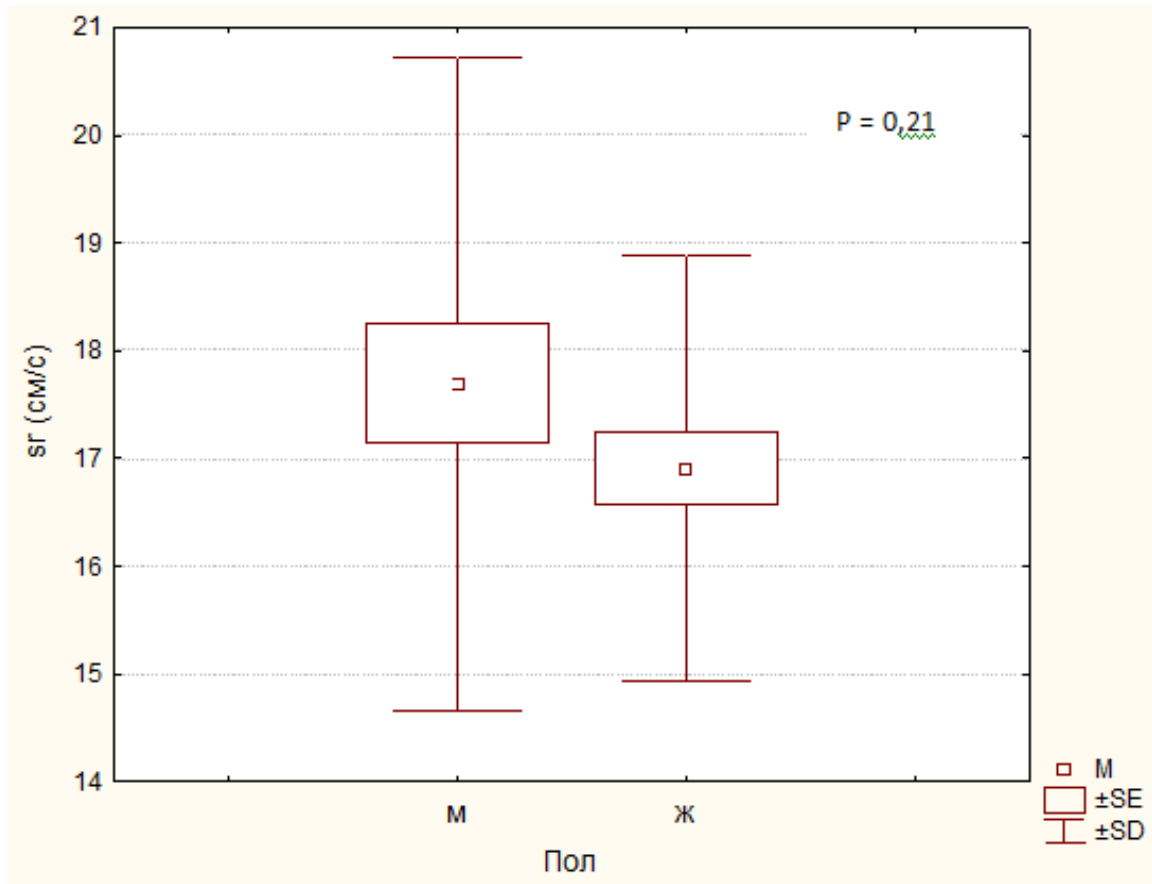


Рисунок 3.5.– Средняя величина показателя sr у практически здоровых мужчин и женщин

3.1.5 Анализ влияния гендерного фактора на показатель er

В связи с нормальным характером распределения для статистического анализа была применена методика ANOVA. Мы выяснили, что гендерный фактор не оказывает влияния на величину er (так, значение этого показателя у лиц мужского пола составило $19,7 \pm 3,23$ см/с, а у лиц женского пола $-19,23 \pm 3,12$ см/с ($p = 0,55$) (рисунок 3.6). В качестве нормативного показателя можно использовать усредненное значение er ($19,45 \pm 3,15$ см/с).

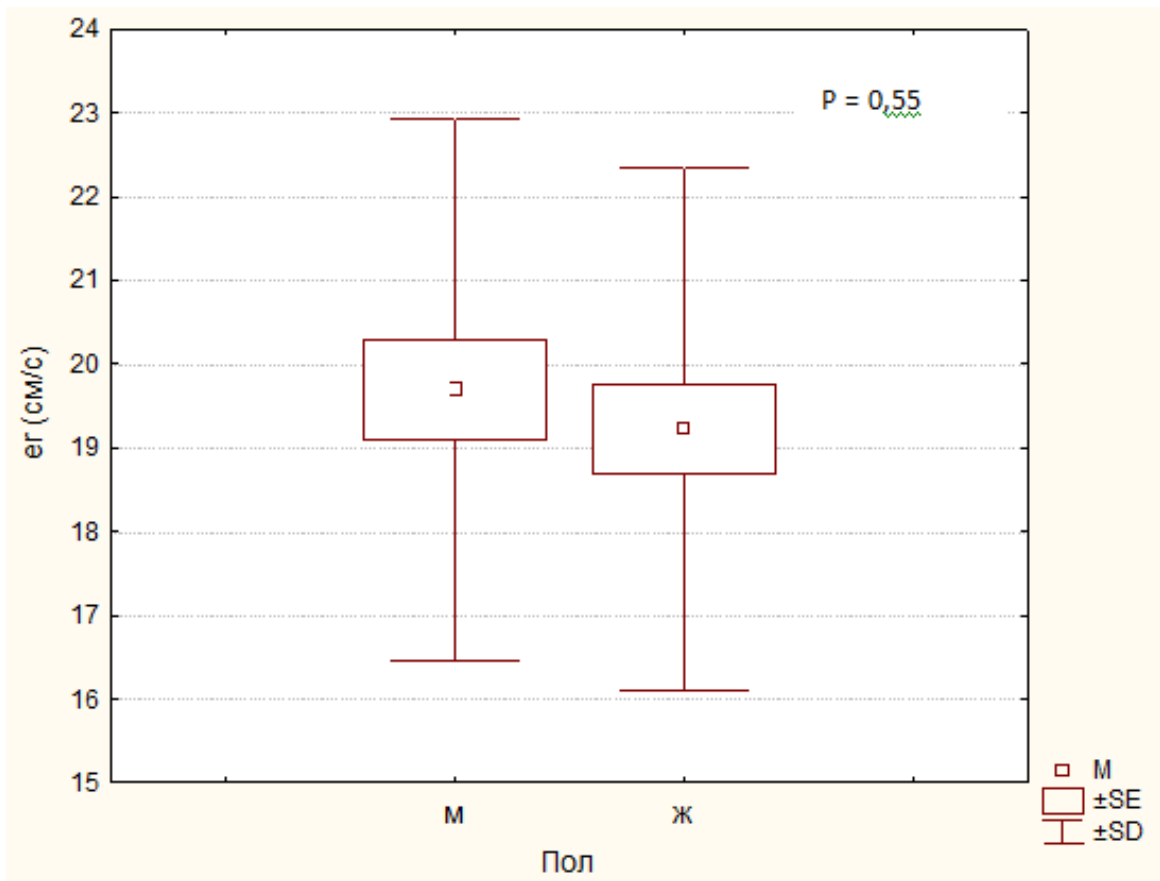


Рисунок 3.6. – Средняя величина показателя ег у практически здоровых мужчин и женщин

3.1.6 Анализ влияния гендерного фактора на показатель аг

Характер распределения показателя аг также оказался нормальным, в связи с этим мы использовали методику ANOVA. Анализ показал, что половой фактор не оказывает влияние на величину аг. Так, значение этого показателя у лиц мужского пола составило $18,17 \pm 3,43$ см/с, а у лиц женского пола – $18,57 \pm 4,23$ см/с ($p = 0,68$) (рисунок 3.7). В качестве нормативного показателя можно использовать среднее значение аг у практически здоровых лиц ($18,38 \pm 3,86$ см/с).

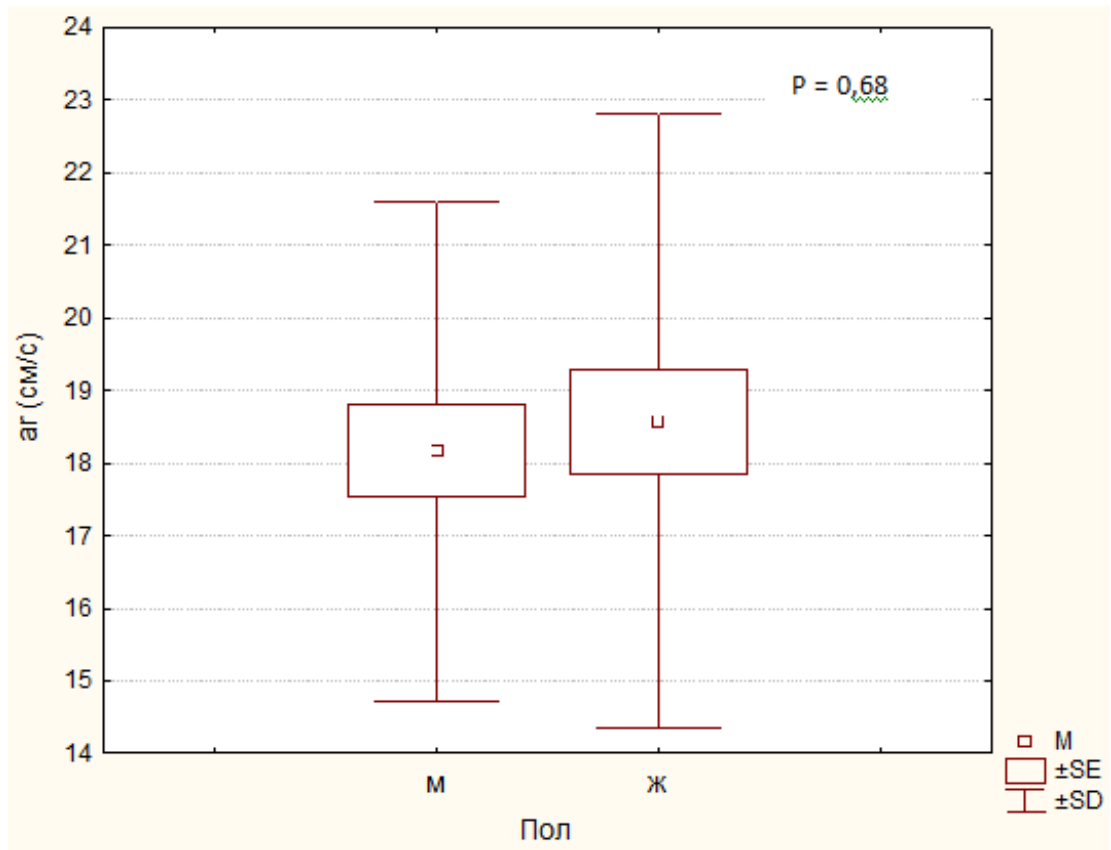


Рисунок 3.7. – Средняя величина показателя ag у практически здоровых мужчин и женщин

Таким образом, изучив влияние гендерного фактора на показатели систолического и диастолического компонентов правого и левого желудочков, можно сделать вывод, что гендерный фактор влияет только на величину систолического показателя левого желудочка sl .

3.2 Анализ влияния возраста на изучаемые доплерографические показатели у практически здоровых лиц

Известно, что возраст влияет на параметры диастолической функции миокарда и почти не влияет на его сократимость (Терещенко С.Н. и соавт., 2013; Плохова Е.В., 2015). Чтобы оценить степень влияния возраста на изучаемые нами доплерографические показатели, мы проанализировали данные тех же 65 пациентов без признаков сердечно-сосудистых заболеваний; из них мужчин было 30, женщин – 35 (средний возраст $43,4 \pm 13,8$ лет). С помощью методики вариационного анализа ANOVA в сравнительном ас-

пекте мы изучили значения новых показателей в трех возрастных группах: меньше 40 лет (1-я группа), 40–60 лет (2-я группа) и больше 60 лет (3-я группа). Практически здоровые лица в трех возрастных группах распределились следующим образом: в 1-й группе – 26 человек, во 2-й – 28 человек, в 3-й – 11 человек.

3.2.1 Анализ влияния возраста на показатель sl

Характер распределения показателя sl у практически здоровых лиц приближался к нормальному, поэтому для анализа мы использовали параметрические критерии.

Данные о значении доплерографического показателя sl в трех возрастных группах представлены на рисунке 3.8.

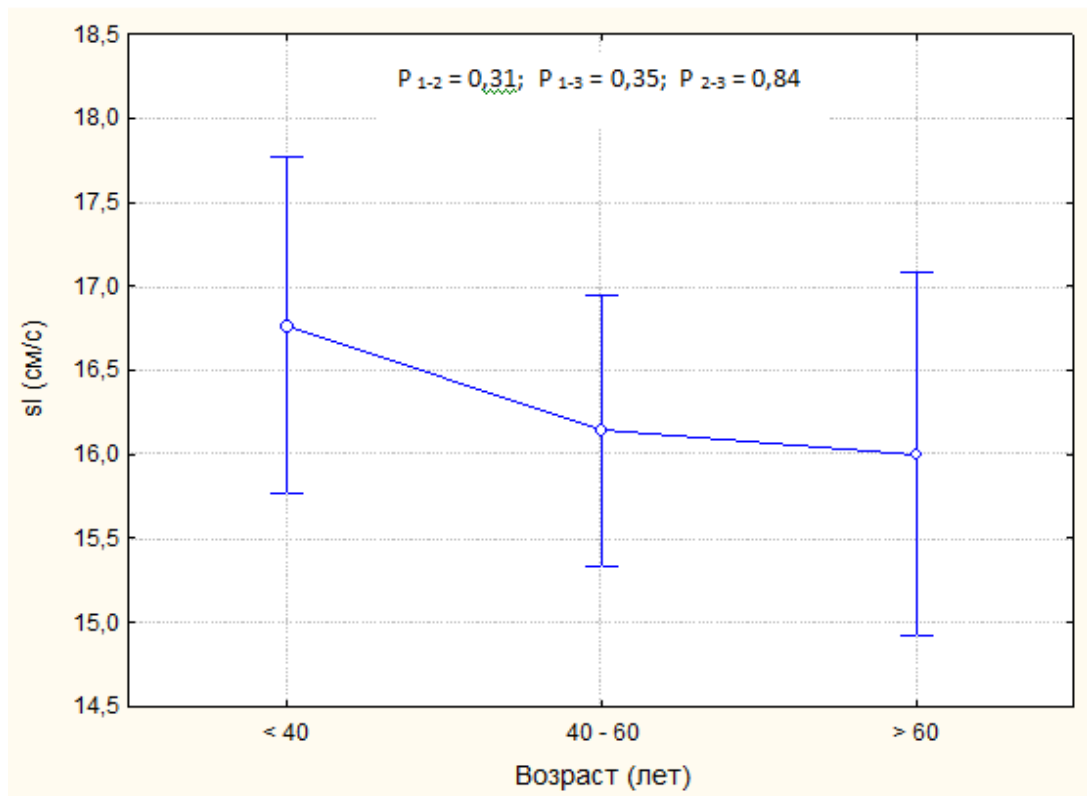


Рисунок 3.8. – Средняя величина показателя sl в трех возрастных группах у здоровых лиц

Как видно из данного рисунка, величина sl с возрастом постепенно незначительно уменьшается. Так, в первой группе sl составило $16,8 \pm 2,5$

см/с, во второй группе – $16,1 \pm 2,1$ см/с, в третьей группе – $16,0 \pm 1,6$ см/с; различия показателей: $p_{1-2} = 0,31$, $p_{1-3} = 0,35$, $p_{2-3} = 0,84$.

Таким образом, ориентируясь на полученные показатели, можно сделать вывод, что возраст практически не влияет на величину sl . Среднее значение показателя sl у практически здоровых лиц без учета возрастного фактора оказалось равным $16,4 \pm 2,2$ см/с.

3.2.2 Анализ влияния возраста на показатель eI

Значение показателя eI у практически здоровых лиц оказалось равным $21,1 \pm 3,6$ см/с. Обнаружено, что возраст влияет на величину eI (у лиц моложе 40 лет $eI = 22,35 \pm 2,95$ см/с, у лиц от 40 до 60 лет $eI = 21,32 \pm 3,93$ см/с, у лиц старше 60 лет $eI = 18,09 \pm 2,74$; различия показателей: $p_{1-2} = 0,29$, $p_{1-3} = 0,0002$, $p_{2-3} = 0,017$). Уравнение для расчета нормативной величины eI для конкретного возраста выглядит следующим образом: $eI = 20,5 - 0,19 \times \text{возраст}$. Данные о проведенном регрессионном анализе в графическом виде представлены на рисунке 3.9.

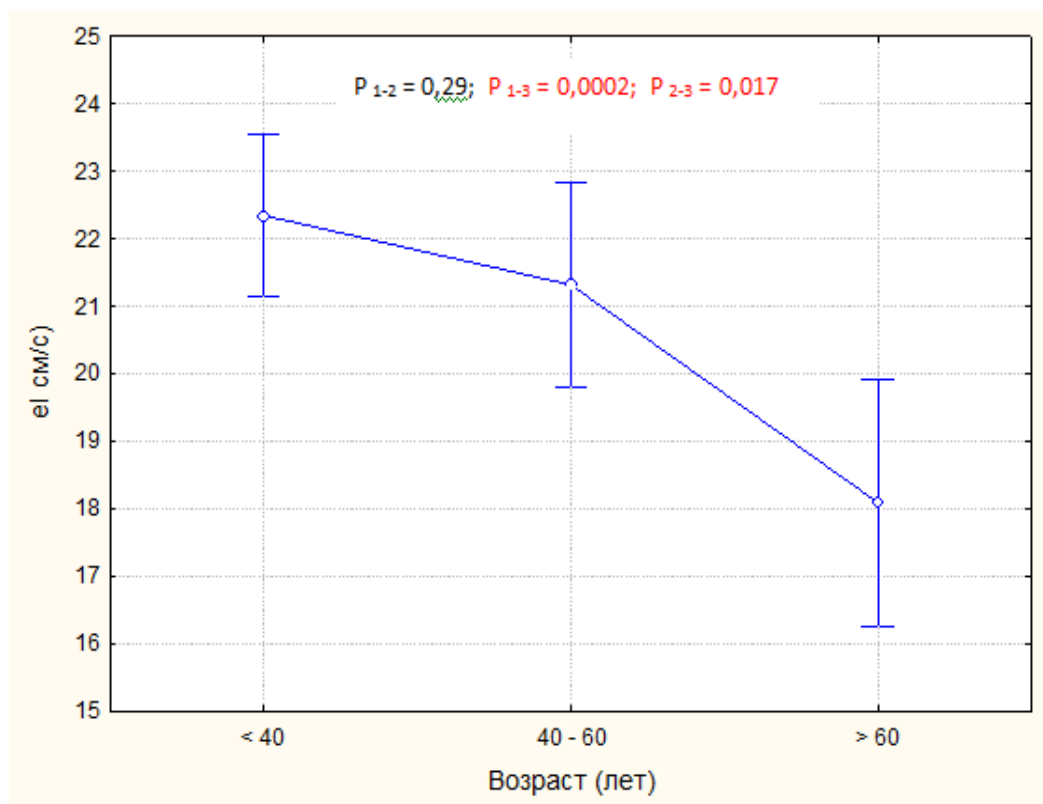


Рисунок 3.9. – Средняя величина показателя eI в трех возрастных группах у практически здоровых лиц

3.2.3 Анализ влияния возраста на показатель a_1

Значение показателя a_1 у практически здоровых лиц $14,5 \pm 2,3$ см/с. Как оказалось, возраст влияет на величину a_1 (у лиц моложе 40 лет $a_1 = 12,8 \pm 1,7$ см/с, у лиц от 40 до 60 лет $a_1 = 15,3 \pm 1,9$ см/с, у лиц старше 60 лет $a_1 = 16,6 \pm 2,1$; различия показателей: $p_{1-2} = 0,000007$, $p_{1-3} = 0,00001$, $p_{2-3} = 0,07$). Уравнение для расчета нормативной величины a_1 для конкретного возраста выглядит следующим образом: $a_1 = 12,8 + 0,06 \times \text{возраст}$. Данные о проведенном анализе в графическом виде представлены на рисунке 3.10.

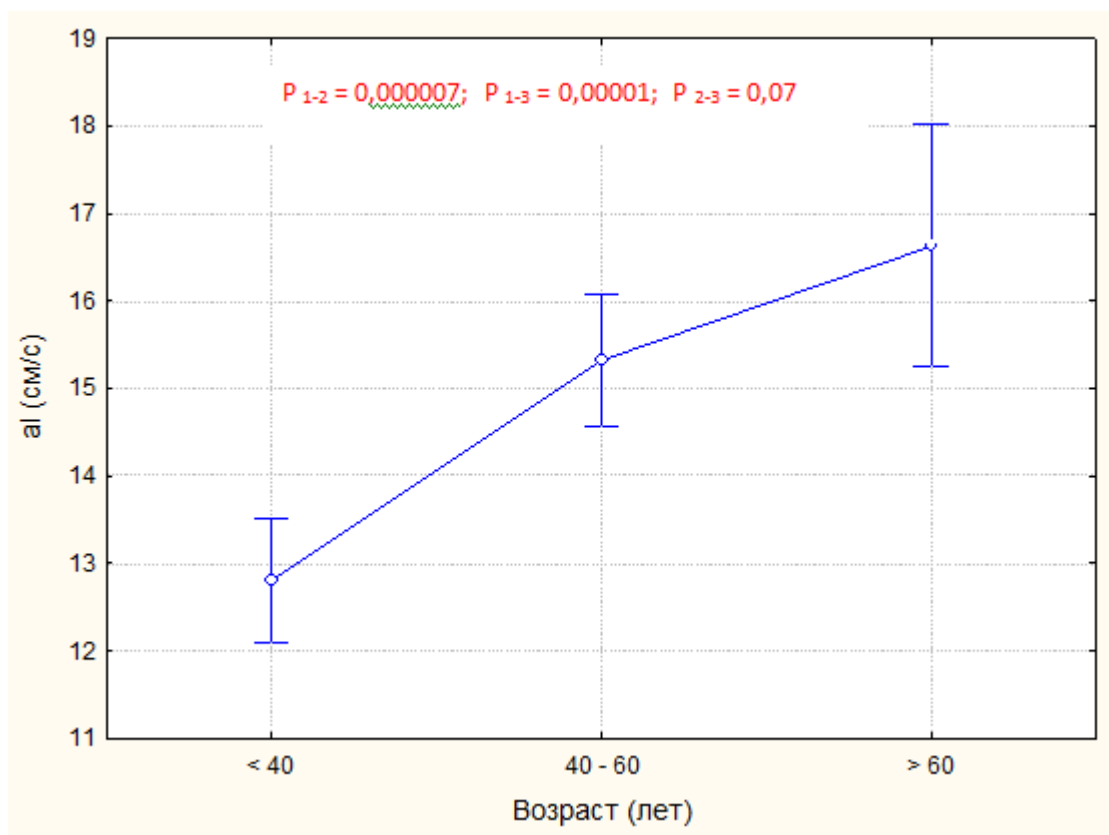


Рисунок 3.10. – Средняя величина показателя a_1 в трех возрастных группах у практически здоровых лиц

3.2.4 Анализ влияния возраста на показатель sr

Для анализа использовали параметрические критерии, так как характер распределения показателя sr и возраста у практически здоровых лиц также приближался к нормальному.

Данные о проведенном анализе в графическом виде представлены на рисунке 3.11. Из графика видно, что величина sr с возрастом в целом незначительно снижается. Так, в первой группе $sr = 17,73 \pm 2,93$ см/с, во второй группе $sr = 16,89 \pm 2,31$ см/с, в третьей группе $sr = 17,18 \pm 1,99$ см/с; различия показателей: $p_{1-2} = 0,24$, $p_{1-3} = 0,57$, $p_{2-3} = 0,72$.

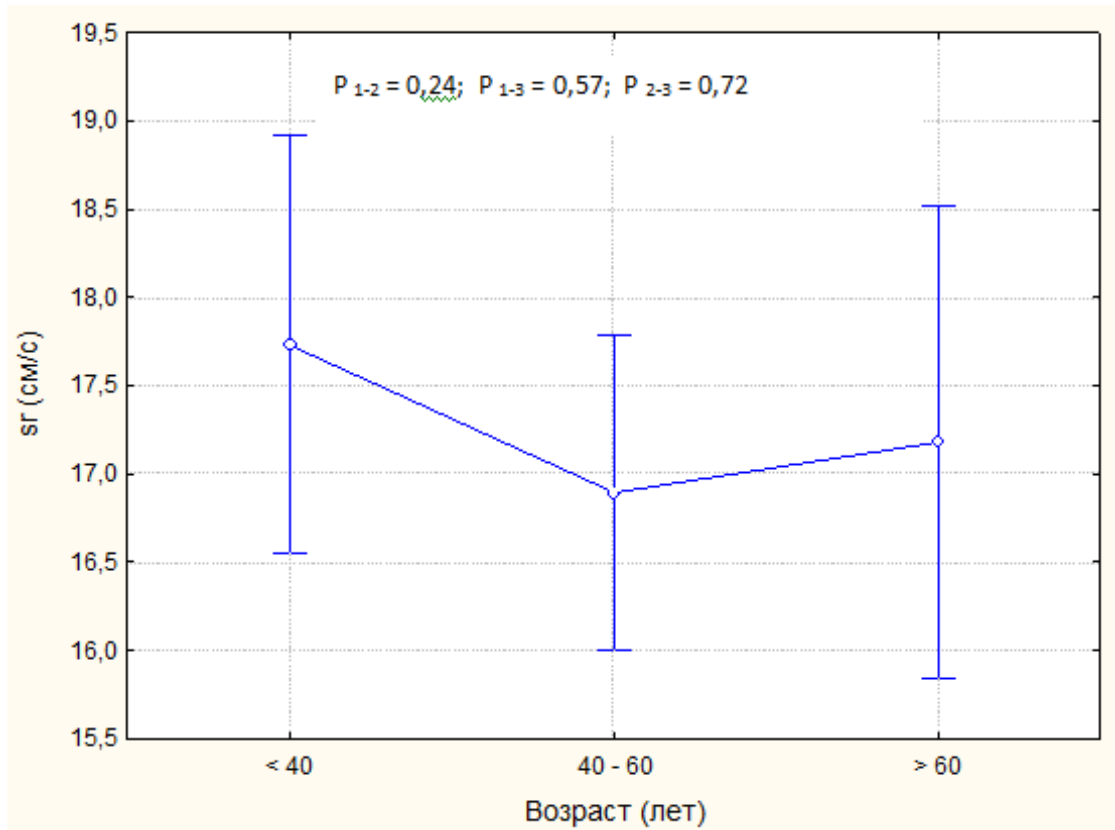


Рисунок 3.11. – Средняя величина показателя sr в трех возрастных группах у практически здоровых лиц

Таким образом, анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что возраст не влияет на величину sr . В качестве нормативного показателя можно использовать среднее значение sr у практически здоровых лиц без учета возрастного фактора ($17,3 \pm 2,5$ см/с).

3.2.5 Анализ влияния возраста на показатель e_r

Было выявлено, что возраст не сильно влияет на величину диастолического компонента правого желудочка сердца. Так, у лиц моложе 40 лет $e_r = 20,46 \pm 3,42$ см/с, у лиц от 40 до 60 лет $e_r = 19,21 \pm 3,09$ см/с, у лиц старше 60 лет $e_r = 17,63 \pm 1,43$; различия показателей: $p_{1-2} = 0,16$, $p_{1-3} = 0,01$, $p_{2-3} = 0,11$. Уравнение для расчета нормативной величины e_r для конкретного возраста выглядит следующим образом: $e_r = 23,8 - 0,10 \times \text{возраст}$. Данные о проведенном анализе в графическом виде представлены на рисунке 3.12.

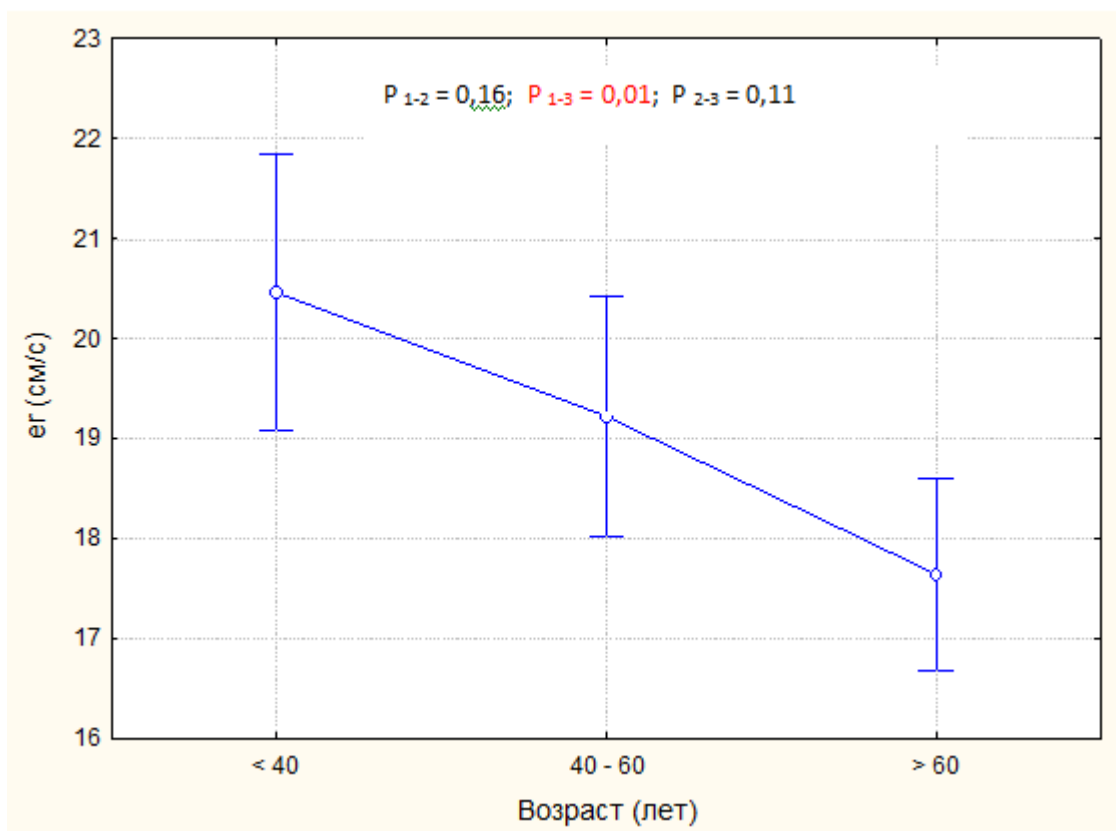


Рисунок 3.12. – Средняя величина показателя e_r в трех возрастных группах у практически здоровых лиц

3.2.6 Анализ влияния возраста на показатель a_r

Выявили, что возраст отчетливо влияет на величину диастолического компонента правого желудочка сердца. Так, у лиц моложе 40 лет $a_r = 15,96 \pm 3,14$ см/с, у лиц от 40 до 60 лет $a_r = 19,46 \pm 3,72$ см/с, у лиц старше 60 лет $a_r = 21,36 \pm 2,25$; различия показателей: $p_{1-2} = 0,01$, $p_{1-3} = 0,00001$, $p_{2-3} = 0,12$.

Уравнение для расчета нормативной величины a_g для конкретного возраста выглядит следующим образом: $a_g = 12,0 - 0,15 \times \text{возраст}$. Данные о проведенном анализе в графическом виде представлены на рисунке 3.13.

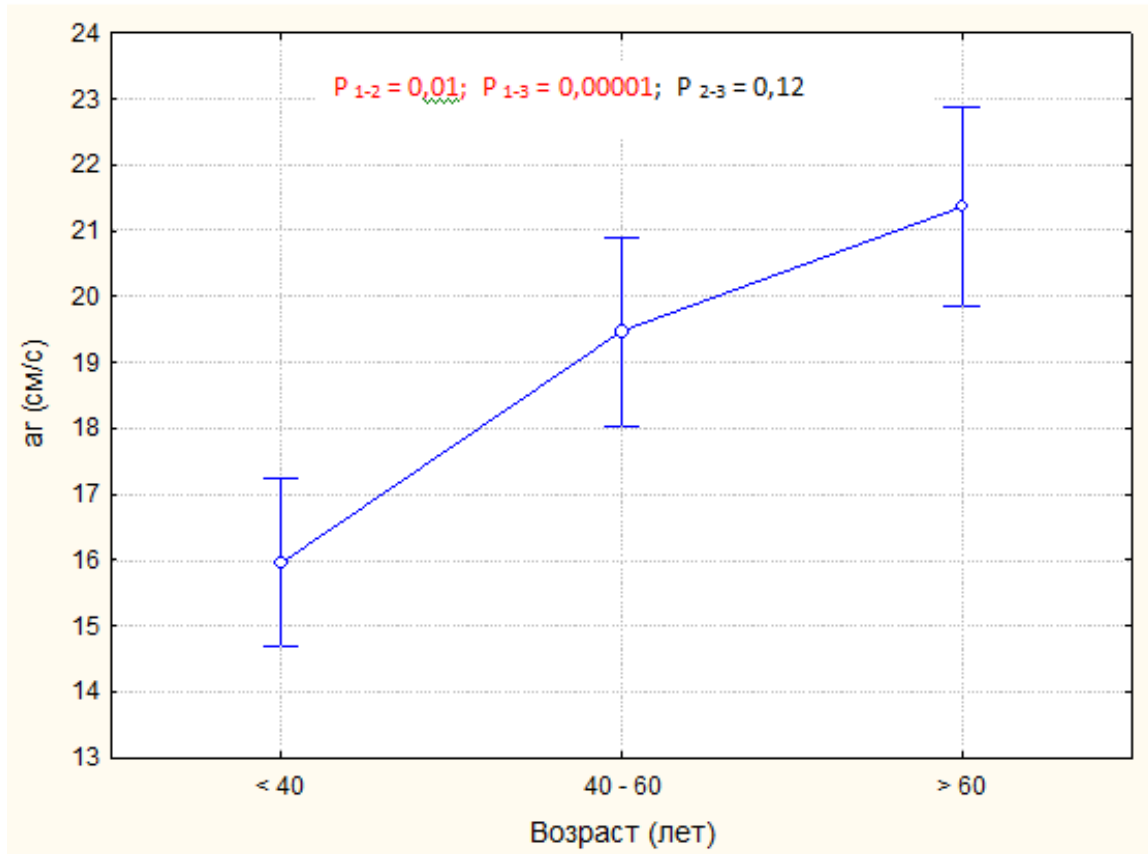


Рисунок 3.13. – Средняя величина показателя a_g в трех возрастных группах практически здоровых лиц

Проведенный анализ позволил нам установить следующую зависимость: возраст влияет на показатели e_l и e_r , a_l и a_r . Это связано с тем, что с возрастом происходит постепенное снижение скорости расслабления миокарда, а также эластического притяжения, что приводит к более медленному снижению давления в желудочках сердца и усилению нагрузки на предсердия в фазу позднего наполнения. Наполнение его становится более затрудненным, что способствует развитию картины, сходной с диастолической дисфункцией. Это соответствует литературным данным о том, что эхопоказатели, описывающие диастолическую функцию левого желудочка, зависят от возраста пациента (Терещенко С.Н. и соавт., 2013).

Учитывая обнаруженные нами особенности влияние пола на систолические параметры, а возраста – на диастолические параметры движения миокарда, можно составить следующую итоговую таблицу нормативных значений новых доплерографических показателей (таблица 1).

Таблица 1. – Нормативные значения новых доплерографических Показателей

Левый желудочек	
Показатель sl	
Пол	М ± SD (см/с)
мужской	17,0 ± 2,2
женский	15,8 ± 2,0
Показатель el	
Возраст (лет)	М ± SD (см/с)
< 40	22,3 ± 2,9
40–60	21,3 ± 3,9
> 60	18,1 ± 2,7
Показатель al	
Возраст (лет)	М ± SD (см/с)
< 40	12,8 ± 1,7
40–60	15,3 ± 1,9
> 60	16,6 ± 2,1
Правый желудочек	
Показатель sr = 17,3 ± 2,5 см/с	
Показатель er	
Возраст (лет)	М ± SD (см/с)
< 40	20,5 ± 3,4
40–60	19,2 ± 3,1
> 60	17,6 ± 1,4
Показатель ar	
Возраст (лет)	М ± SD (см/с)
< 40	16,0 ± 3,1
40–60	19,5 ± 3,7
> 60	21,4 ± 2,2

ГЛАВА 4. АНАЛИЗ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РОЛИ
ДОППЛЕРОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ sl , el , al И sr , er , ar
В РАЗДЕЛЕНИИ ЛИЦ С ОТСУТСТВИЕМ И НАЛИЧИЕМ
СИСТОЛИЧЕСКОЙ И ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЙ
ЖЕЛУДОЧКА СЕРДЦА

На втором этапе работы нами изучены средние значения новых показателей у лиц с наличием систолической и диастолической дисфункций желудочков сердца и без них.

4.1 Анализ диагностической значимости доплерографического показателя sl в разделении лиц с отсутствием и наличием систолической дисфункции левого желудочка сердца

Исходные сведения о наличии систолической дисфункции (СД) ЛЖ у обследованного получали следующим образом. В качестве референтного метода применялась комплексная оценка данных тканевой доплерографии латерального края кольца митрального клапана ($sl' < 10$ см/с), фракции выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ $< 50\%$), экскурсии латерального края кольца митрального клапана (MAPSE < 13 мм).

По данным комплексной доплерэхокардиографии (с анализом 3-х референтных эхопризнаков), 156 обследованных были разделены на две группы:

I группа – пациенты без систолической дисфункции левого желудочка – 127 человек (средний возраст $51,5 \pm 14,8$ лет, мужчин 58);

II группа – пациенты с наличием систолической дисфункции левого желудочка – 29 человек (средний возраст $61,7 \pm 10,3$ лет, мужчин 19).

Характер распределения показателей в сравниваемых группах оказался нормальным, в связи с этим для анализа была использована методика ANOVA.

В I группе значение изучаемого показателя sl составило $15,8 \pm 2,5$ см/с, а во II группе – $10,8 \pm 2,2$ см/с ($p < 0,00001$) (рисунок 4.1).

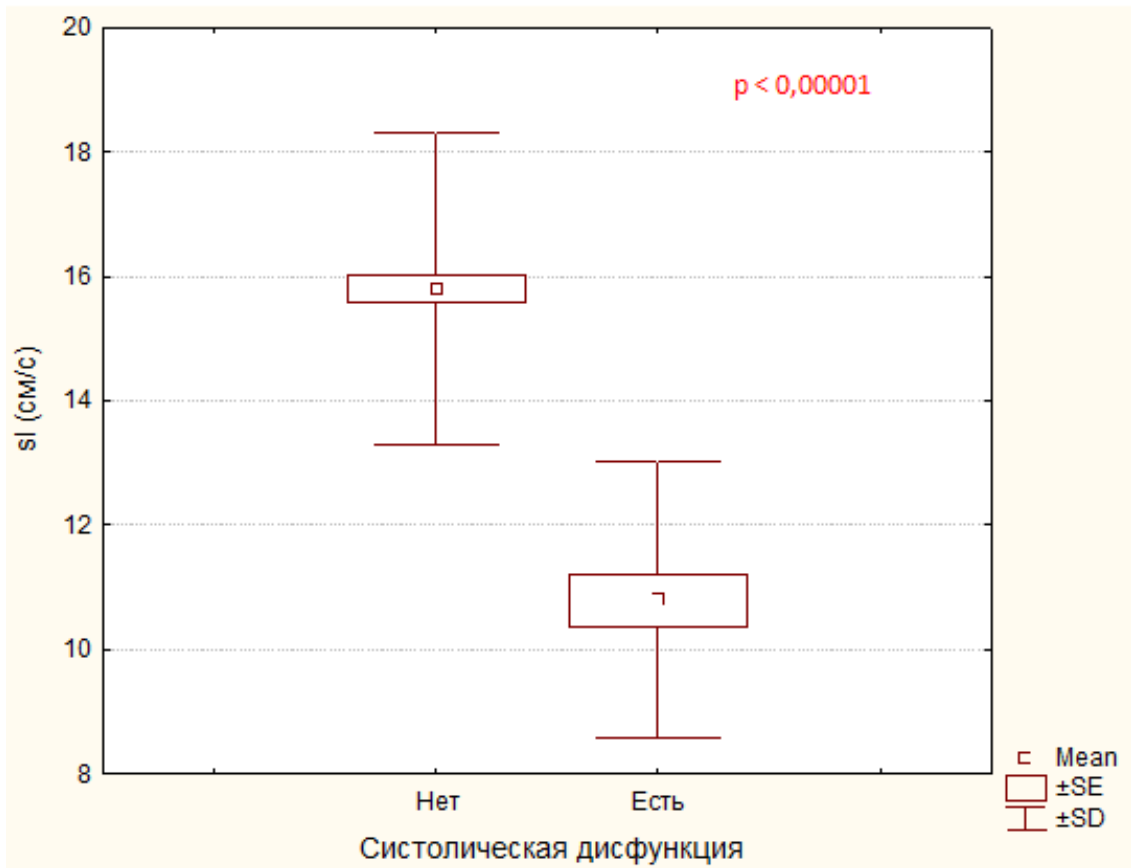


Рисунок 4.1. – Средние значения показателя sl у пациентов с отсутствием и наличием систолической дисфункции ЛЖ

Как оказалось, при развитии систолической дисфункции показатель sl снижается на 32% (различия показателей высокодостоверные). Такое различие показателей в сравниваемых группах указывает на возможность достаточно точной дифференциации лиц с нагнетательными нарушениями левого желудочка.

При изучении корреляции между показателями sl и sl' получены данные о наличии сильной связи (коэффициент корреляции $r = 0,83$; корреляционное уравнение: $sl = 2,27 + 1,22 \times sl'$; уровень достоверности корреляционного уравнения: $p < 0,00001$). Данные анализа в графическом виде представлены на рисунке 4.2.

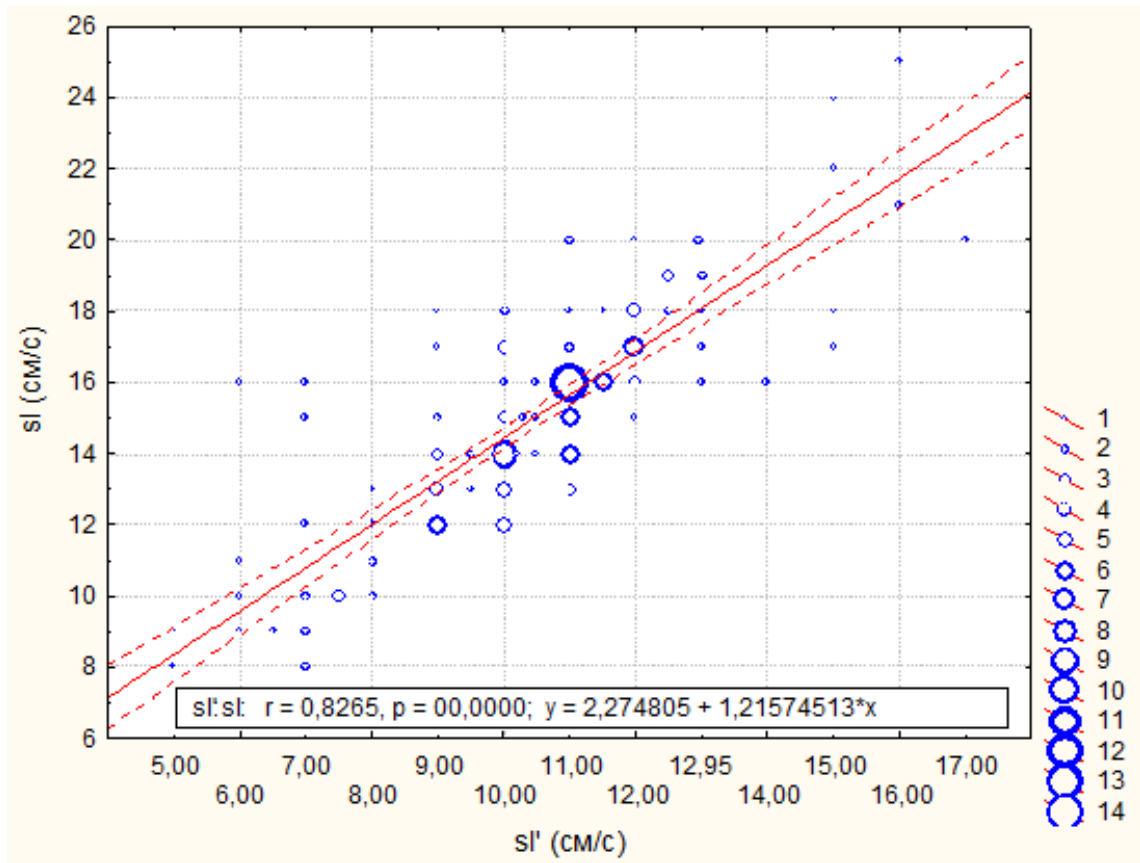


Рисунок 4.2. – Корреляция между показателями тканевого (sl') и обычного импульсноволнового (sl) доплера

Проведенный анализ обнаруживает сильную связь между систолическим компонентом обычной и тканевой спектрограммы, что также указывает на возможность использования первого показателя для диагностических целей.

Анализ характера распределения значений показателя sl у лиц с систолической дисфункцией левого желудочка и без нее, а также использование методики характерологических кривых (ROC) позволили определить значение оптимального положительного критерия (ОПК) для sl, что дает возможность наиболее точно выделить пациентов с нарушенной насосной способностью левого желудочка (рисунок 4.3).

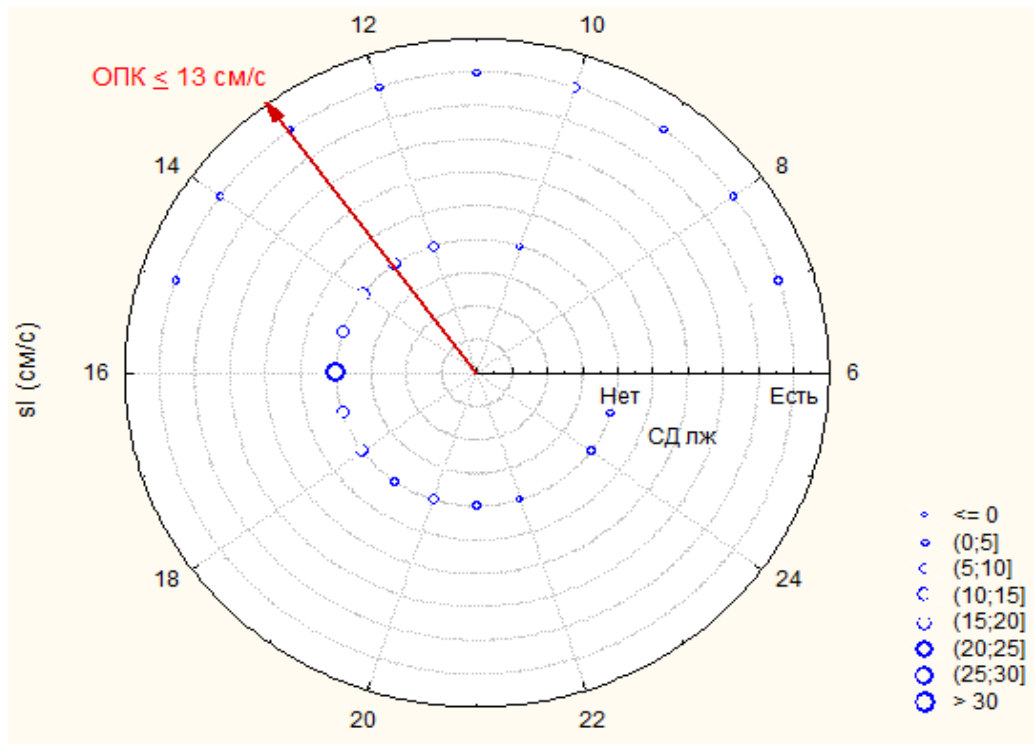


Рисунок 4.3. – Значение ОПК показателя sl у лиц с отсутствием и наличием систолической дисфункции ЛЖ

Чувствительность (Ч) новой методики при $ОПК\ sl \leq 13\text{ см/с}$ в разделении лиц с нарушенной и сохранной систолической функцией ЛЖ составила 82,8% (ложноотрицательных ответов 5), а специфичность (С) – 81,9% (ложноположительных ответов 23). Диагностическая эффективность метода 82,1%.

Учитывая выявленную ранее зависимость величины sl от пола, нами изучено, как гендерный фактор влияет на величину ОПК. У мужчин величина ОПК по показателю sl для наиболее эффективного выделения лиц с систолической дисфункцией левого желудочка оказалась следующей: $ОПК < 14\text{ см/с}$. Чувствительность, специфичность и диагностическая эффективность методики у мужчин составила 78,9% (ложноотрицательных ответов 4), 86,2% (ложноположительных ответов 8) и 84,4%, соответственно. У женщин величина ОПК по показателю sl для наиболее эффективного выделения пациентов с СД ЛЖ оказалась следующей: $ОПК \leq 12\text{ см/с}$. Чувствительность, специфичность и диагностическая эффективность методики у женщин составила 90,0% (ложноотрицательных ответов 1), 88,4% (ложноположительных ответов 7) и 89,8%, соответственно.

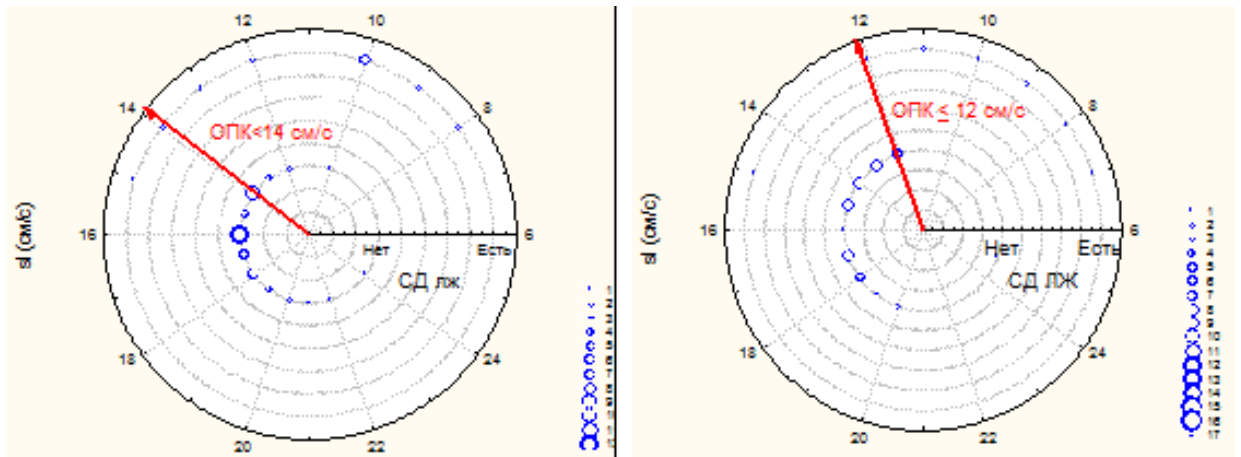


Рисунок 4.4. – Значение ОПК показателя $e1$ у мужчин (слева) и женщин (справа)

Таким образом, нами установлено значение ОПК по $e1$, позволяющее легко обнаружить систолическую дисфункцию ЛЖ у мужчин и женщин.

4.2 Сравнительный анализ диагностической значимости доплероэхокардиографических показателей $e1$, $a1v$ в разделении лиц с отсутствием и наличием диастолической функции левого желудочка сердца

Исходные данные о наличии либо отсутствии диастолической дисфункции ЛЖ получали, применяя в качестве референтного метода диагностический алгоритм, рекомендуемый Американским обществом эхокардиографии (ASE).

По данным комплексной доплероэхокардиографии, 156 обследованных были разделены на две группы:

I группа – пациенты без диастолической дисфункции левого желудочка – 89 человек (средний возраст $46,0 \pm 13,9$ лет, мужчин 40);

II группа – пациенты с наличием диастолической дисфункции левого желудочка – 67 человек (средний возраст $62,0 \pm 10,8$ лет; мужчин 37).

Характер распределения показателей в сравниваемых группах оказался нормальным, в связи с этим для анализа была использована методика ANOVA.

В I группе значение изучаемого показателя $e1$ составило $22,22 \pm 3,73$ см/с, $e1/a1 - 1,39 \pm 0,42$ см/с, а во II группе – $13,71 \pm 1,67$ см/с, $e1/a1 - 0,87 \pm 0,22$ см/с ($p < 0,00001$) (рисунки 4.5, 4.6).

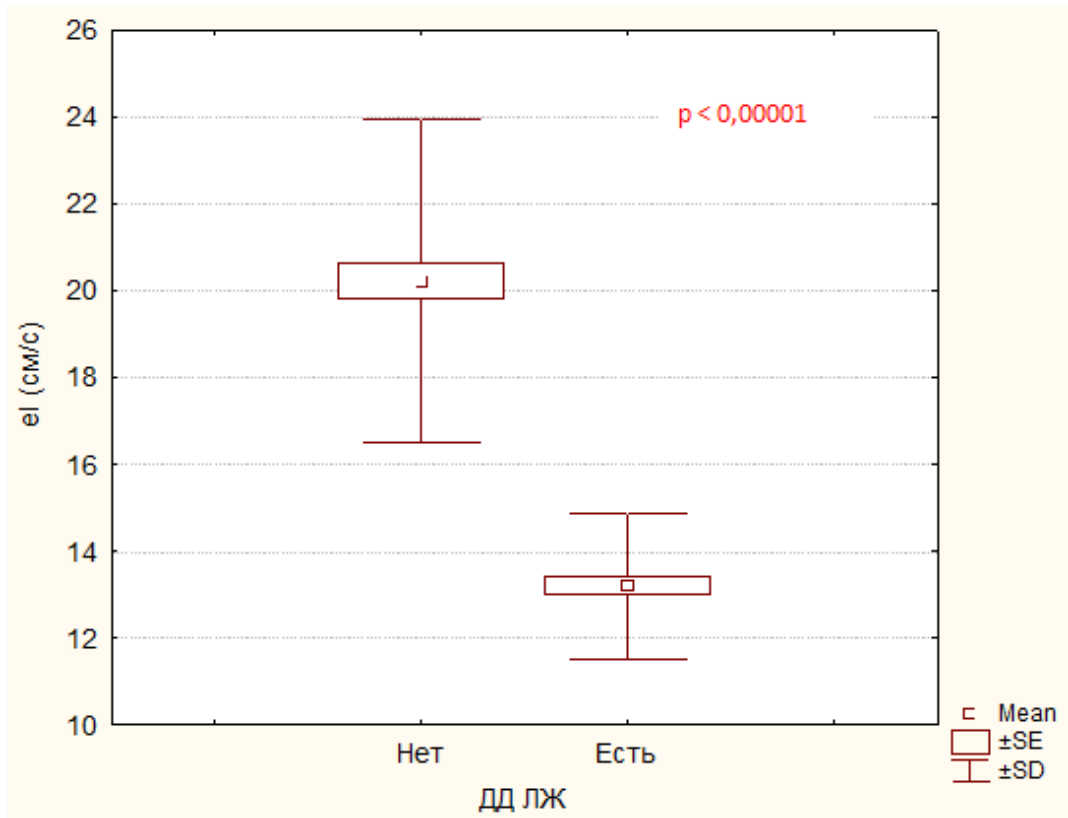


Рисунок 4.5. Средние значения показателя eI у пациентов с отсутствием и наличием диастолической дисфункции ЛЖ

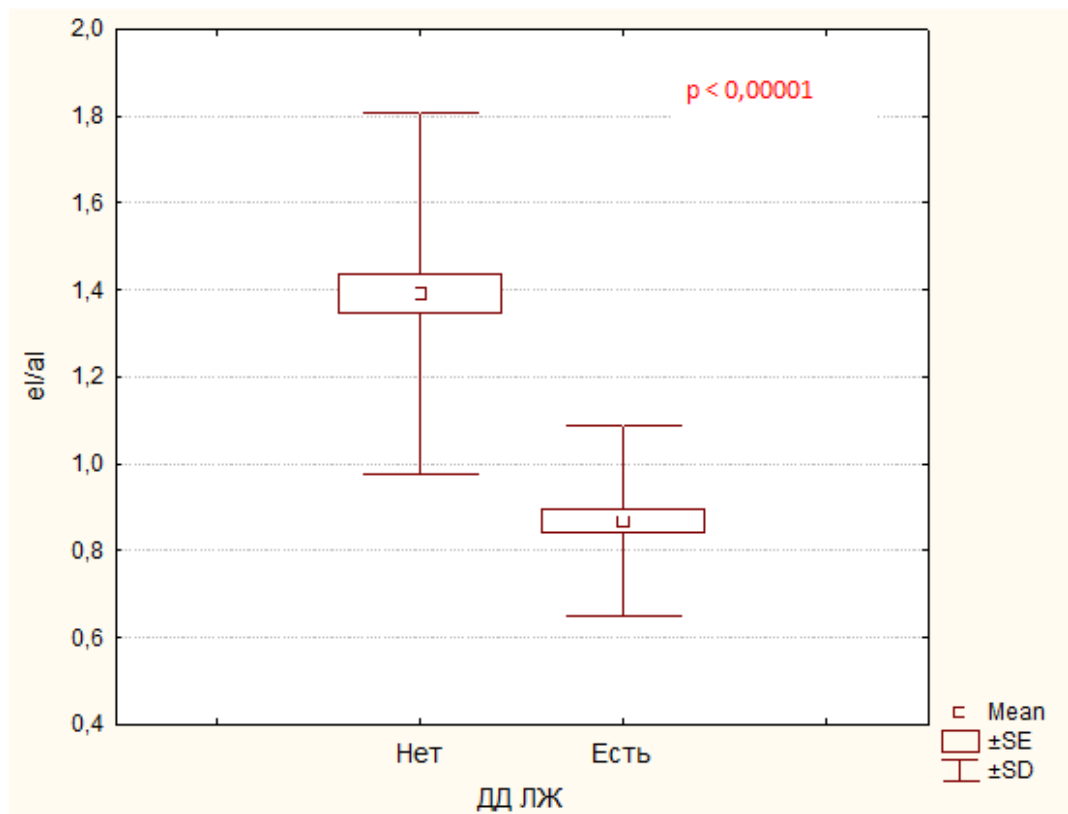


Рисунок 4.6. Средние значения показателя eI/aI у пациентов с отсутствием и наличием диастолической дисфункции ЛЖ

При изучении корреляции между показателями eI и eI' получены данные о наличии сильной связи (коэффициент корреляции $r = 0,92$; корреляционное уравнение: $eI = 3,58 + 1,10 \times eI'$; уровень достоверности корреляционного уравнения: $p < 0,00001$) (рисунок 4.7).

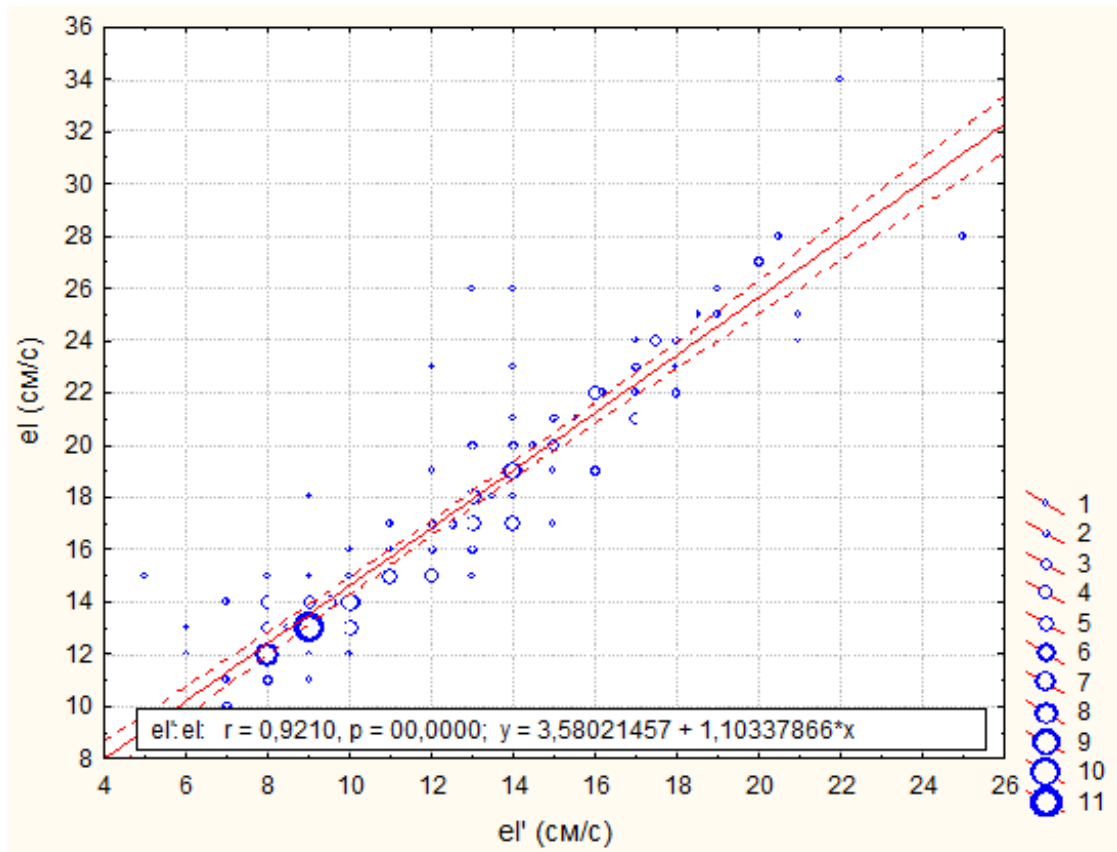


Рисунок 4.7.— Корреляция между показателями тканевого (eI') и обычного импульсноволнового (eI) доплера

Анализируя характер распределения значений показателя eI у лиц с диастолической дисфункцией левого желудочка и без нее, используя методику характерологических кривых (ROC), мы определили значение ОПК для eI , позволяющее наиболее точно выделить пациентов с нарушенной диастолической функцией левого желудочка (рисунок 4.8).

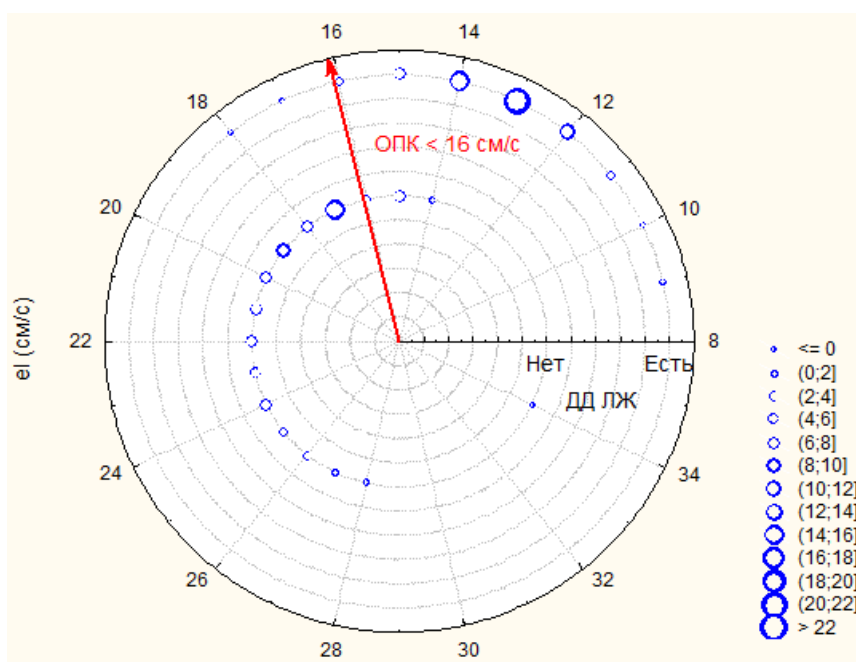


Рисунок 4.8.— Характер распределений значения ОПК показателя eI у лиц с отсутствием и наличием диастолической дисфункции

Чувствительность новой методики при $ОПК\ eI \leq 16\text{ см/с}$ в разделении лиц с нарушенной и сохранной диастолической функцией ЛЖ составила 97,0% (ложноотрицательных ответов 2), а специфичность – 87,6% (ложноположительных ответов 11). Диагностическая эффективность метода – 91,7%.

Учитывая выявленную ранее зависимость величины eI от возраста, изучили, как данный фактор влияет на величину ОПК. Для лиц младше 40 лет величина ОПК по показателю eI для наиболее эффективного выделения лиц с диастолической дисфункцией левого желудочка оказалась следующей: $ОП \leq 16\text{ см/с}$ (рисунок 4.9). Чувствительность, специфичность и диагностическая эффективность методики составила 100,0% (ложноотрицательных ответов 0), 100,0% (ложноположительных ответов 0) и 100,0%, соответственно. Для лиц 40–60 лет величина ОПК по показателю eI для наиболее эффективного выделения лиц с диастолической дисфункцией левого желудочка оказалась следующей: $ОПК \leq 16\text{ см/с}$ (рисунок 4.10). Чувствительность, специфичность и диагностическая эффективность методики составила 100,0% (ложноотрицательных ответов 0), 92,7% (ложноположительных ответов 3) и

95,5%, соответственно. Для лиц старше 60 лет величина ОПК по показателю eI для наиболее эффективного выделения лиц с диастолической дисфункцией левого желудочка оказалась следующей: $ОПК \leq 15$ см/с (рисунок 4.11). Чувствительность, специфичность и диагностическая эффективность методики у мужчин составила 84,6% (ложноотрицательных ответов 6), 95,3% (ложноположительных ответов 1) и 88,3%, соответственно.

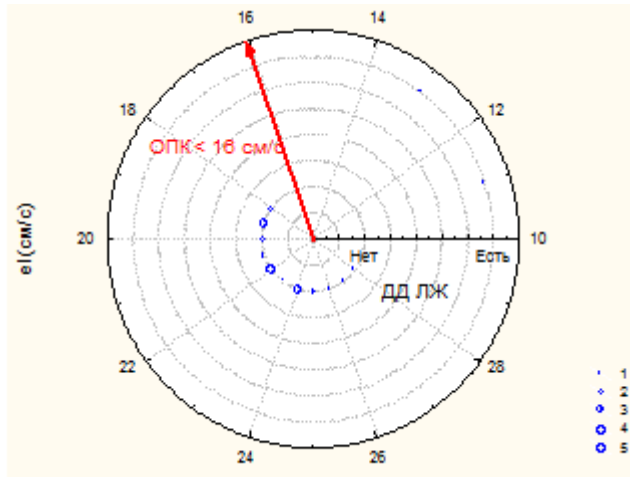


Рисунок. 4.9.- Значение ОПК показателя eI для лиц младше 40 лет

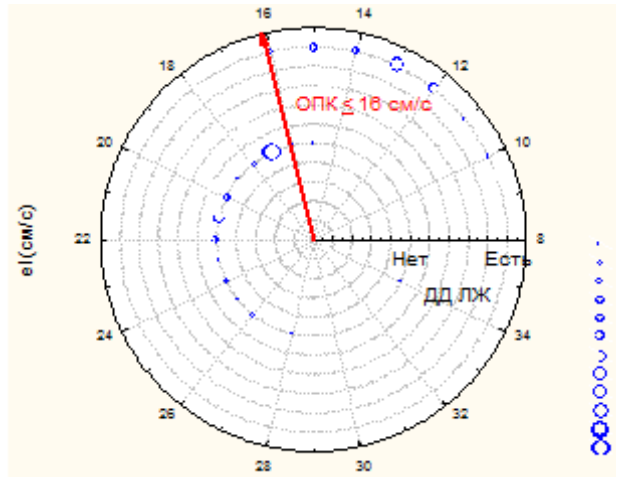


Рисунок. 4.10. - Значение ОПК показателя eI для лиц 40–60 лет

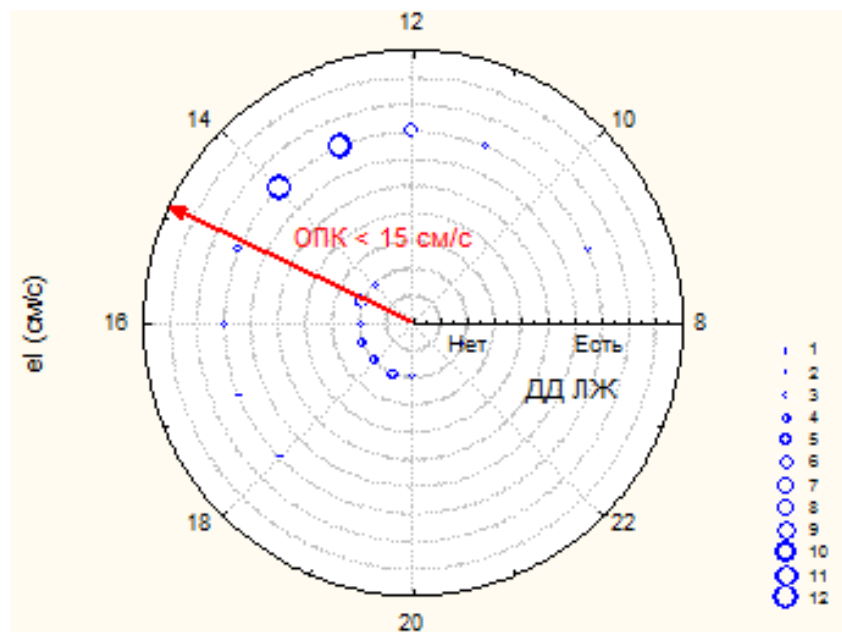


Рисунок. 4.11.– Значение ОПК показателя eI для лиц старше 60 лет

Учитывая относительно небольшое влияние возраста на величину ОПК по eI для разделения лиц с ДД ЛЖ и без нее, можно рекомендовать в качестве универсального показателя величину ОПК $eI \leq 16$ см/с.

Анализ характера распределения значений показателя eI/aI у лиц с ДД ЛЖ и без нее, а также использование методики ROC позволили определить значение ОПК для eI/aI , дающее возможность наиболее точно выделить пациентов с нарушенной диастолической функцией левого желудочка (рисунок 4.12).

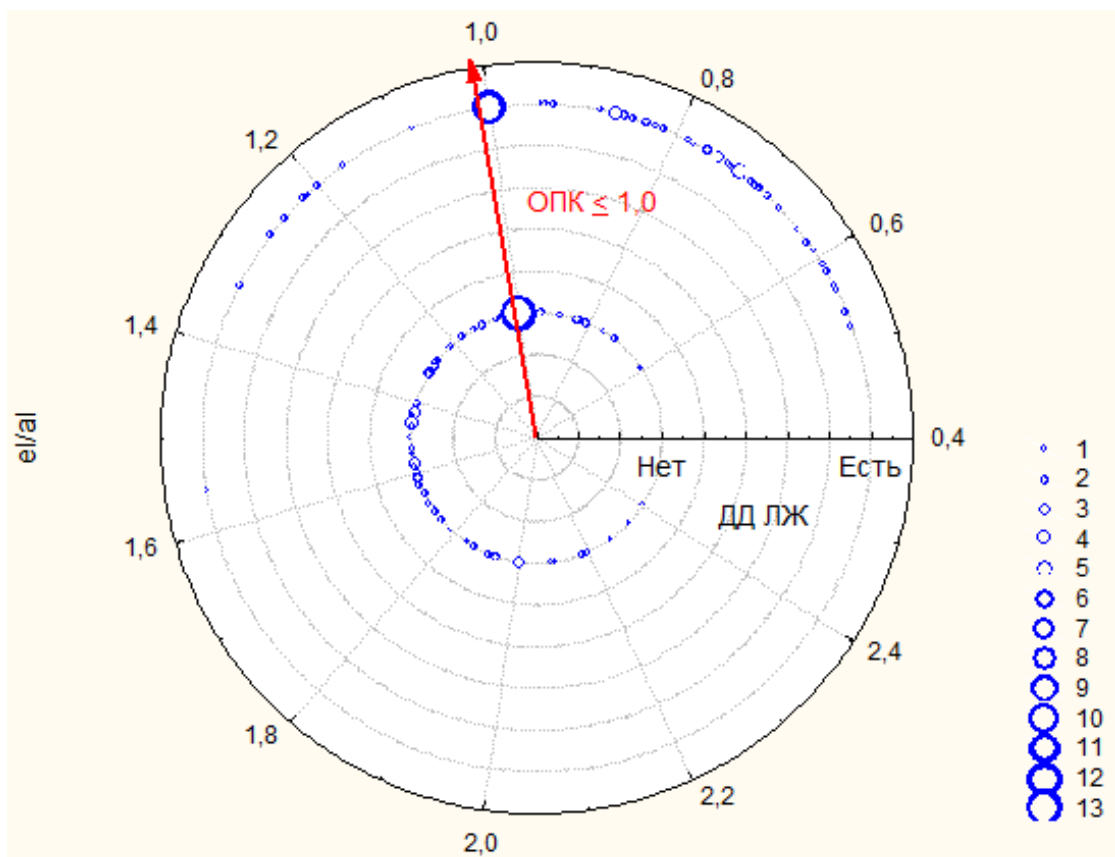


Рисунок. 4.12. Характер распределений значения ОПК eI/aI у лиц с отсутствием и наличием диастолической дисфункции ЛЖ

Чувствительность новой методики при ОПК $eI/aI \leq 1,0$ в разделении лиц с нарушенной и сохранной диастолической функцией ЛЖ составила 85,1% (ложноотрицательных ответов 10), а специфичность — 71,9% (ложноположительных ответов 25). Диагностическая эффективность метода 77,6%.

При сравнении показателей чувствительности, специфичности и диагностической эффективности двух вариантов применения новой методики (показатели eI и eI/aI) четко видно, что второй вариант существенно уступает первому в выделении лиц с ДД ЛЖ (рисунок 4.13). Поэтому дальнейший анализ показателя eI/aI в возрастном аспекте оказался просто ненужным.

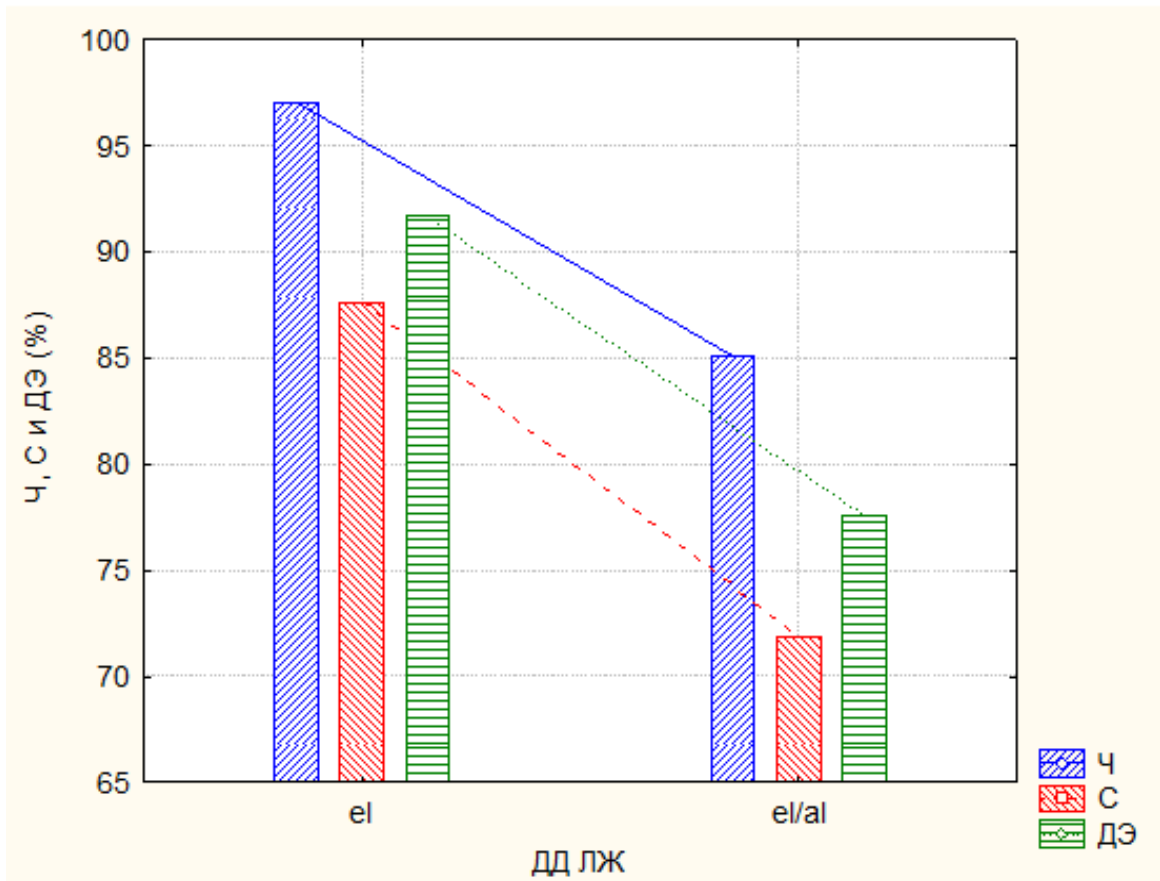


Рисунок. 4.13. Характер распределения чувствительности, специфичности и диагностической эффективности двух вариантов применения новой методики (показатели eI и eI/aI)

Таким образом, нами установлено, что показатель eI превосходит по точности диагностики показатель eI/aI . В связи с этим он и выбран в качестве диагностического критерия обнаружения ДД ЛЖ.

4.3 Анализ диагностической значимости ДэхоКГ показателя sr в разделении лиц с отсутствием и наличием систолической дисфункции правого желудочка сердца

Исходные сведения о наличии систолической дисфункции ПЖ у конкретного пациента получали следующим образом. В качестве референтного метода применялась комплексная оценка данных тканевой доплерографии латерального края кольца трехстворчатого клапана ($sr' < 11$ см/с), фракции укорочения площади ПЖ в 4-камерном сечении сердца (ФУ ПЖ $< 40\%$), экскурсии латерального края кольца трикуспидального клапана (TAPSE < 19 мм). Снижение нагнетательной функции ПЖ диагностировалось при наличии значимых изменений минимум по двум из трех указанных выше показателей.

По данным референтного метода, 156 обследованных были разделены на две группы:

I группа – без систолической дисфункции: 136 человек (средний возраст $52,5 \pm 15,1$ лет, мужчин 63);

II группа – с наличием систолической дисфункции: 20 человек (средний возраст $59,5 \pm 9,1$ лет; мужчин 14).

Характер распределения показателей в сравниваемых группах оказался нормальным, в связи с этим для анализа была использована методика ANOVA.

В группе без СД значение изучаемого показателя sr составило $17,56 \pm 2,71$ см/с, а в подгруппе с СД – $12,10 \pm 2,07$ см/с ($p < 0,00001$) (рисунок 4.14).

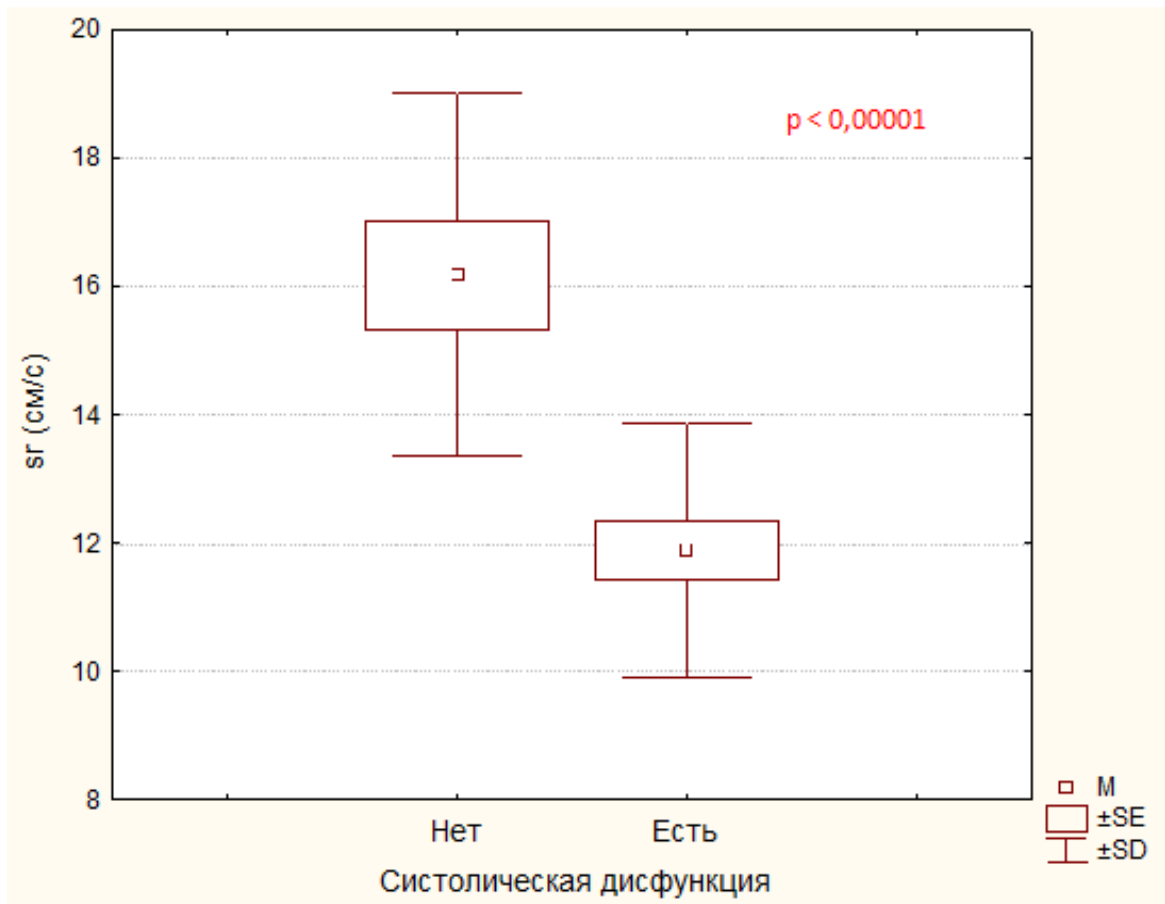


Рисунок 4.14. – Средняя величина показателя sr у пациентов с отсутствием и наличием систолической дисфункции ПЖ

При изучении корреляции между показателями sr и sr' получены данные о наличии сильной связи (коэффициент корреляции $r = 0,82$; корреляционное уравнение: $sr = 2,88 + 1,13 \times sr'$; уровень достоверности корреляционного уравнения: $p < 0,00001$) (рисунок 4.15).

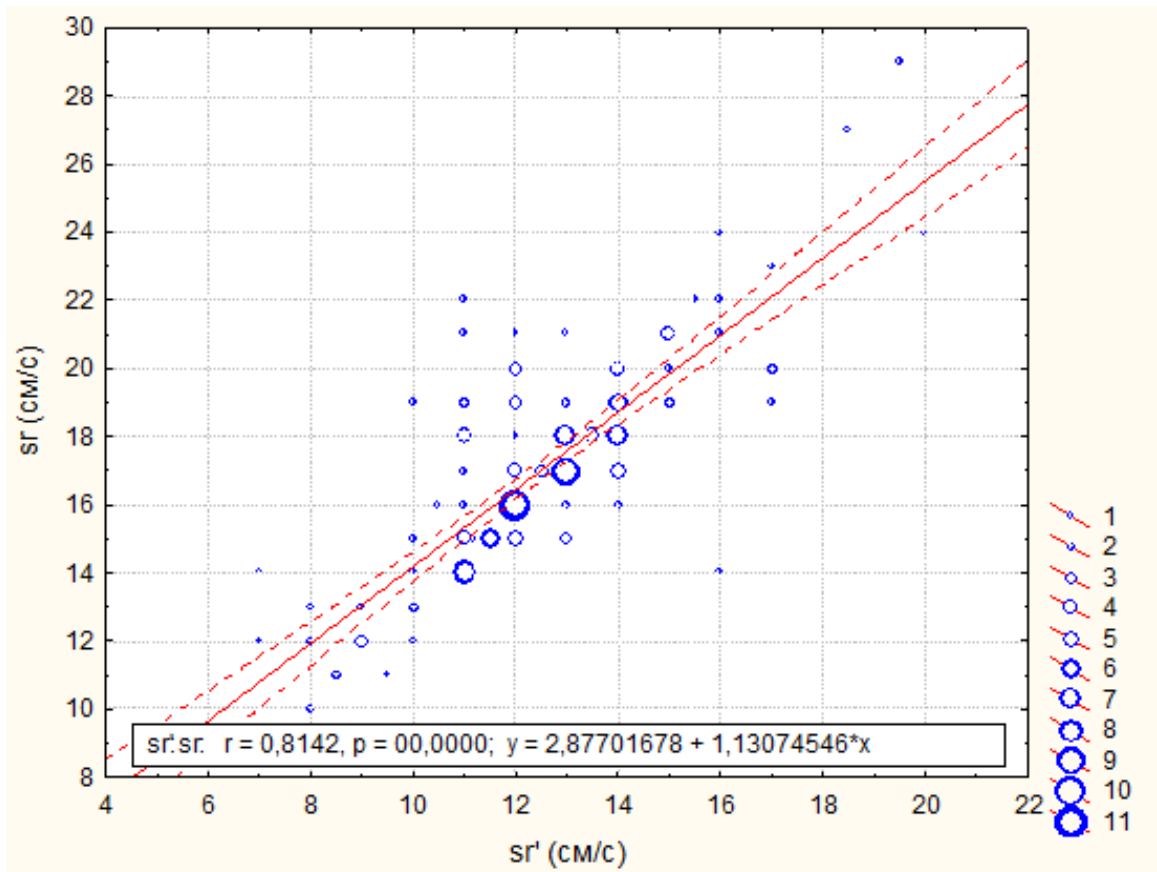


Рисунок 4.15. – Корреляция между показателями тканевого (sr') и обычного импульсноволнового (sr) доплера

Анализируя характер распределения значений показателя sr у лиц с СД ПЖ и без нее, используя методику характерологических кривых (ROC), возможно было определить значение оптимального положительного критерия (ОПК) для sr , позволяющего наиболее точно выделить пациентов с нарушенной нагнетательной способностью ПЖ (рисунок 4.16).

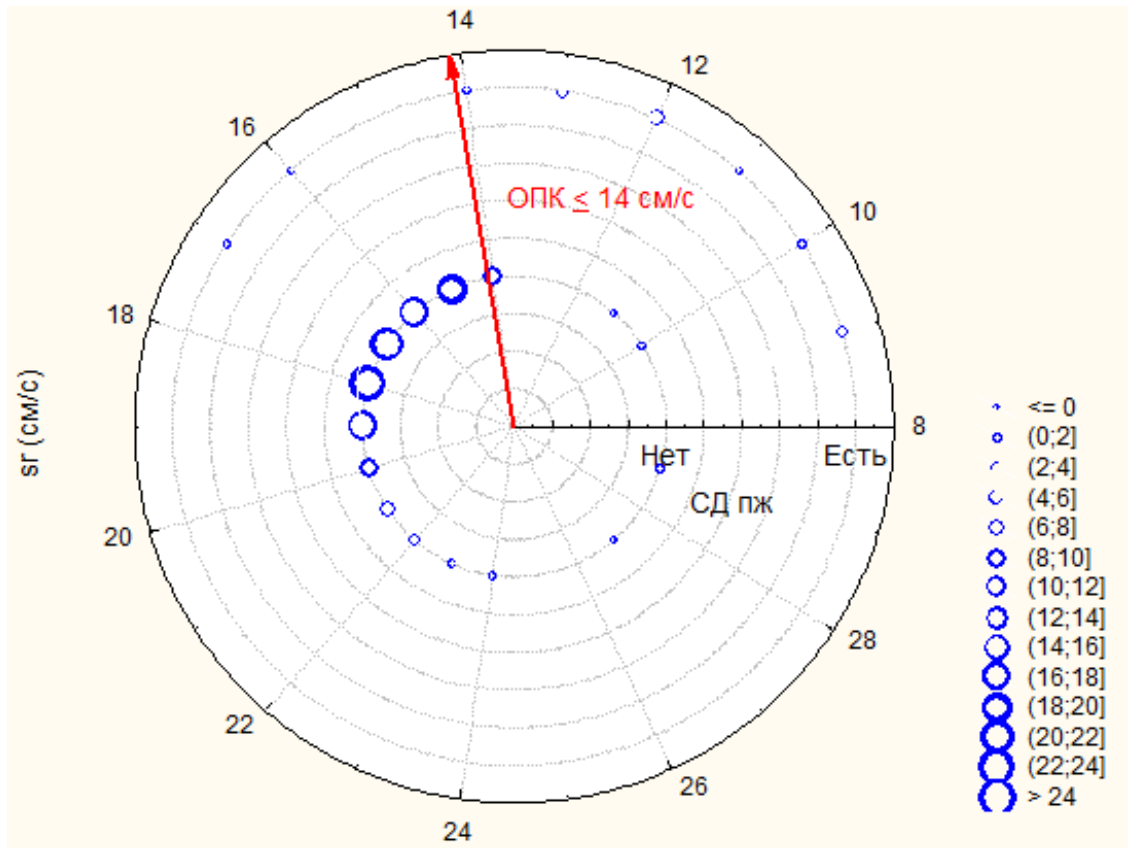


Рисунок 4.16. – Значение ОПК показателя sr у лиц с отсутствием и наличием систолической дисфункции ПЖ

Чувствительность новой методики при $ОПК\ sr \leq 14\text{см/с}$ в разделении лиц с нарушенной и сохранной систолической функцией ПЖ составила 90,0% (ложноотрицательных ответов 2), а специфичность – 91,2% (ложноположительных ответов 12). Диагностическая эффективность метода 91,0%.

Таким образом, нами установлено значение ОПК по показателю sr для диагностики систолической дисфункции правого желудочка.

4.4 Сравнительный анализ диагностической значимости доплерографических показателей er , ar в разделении лиц с отсутствием и наличием диастолической дисфункции правого желудочка сердца

Данные о наличии диастолической дисфункции ПЖ получали следующим образом. В качестве референтного метода применялась комплексная оценка данных тканевой доплерографии латерального края кольца трех-

створчатого клапана ($er' < 12$ см/с; $E_r/er' > 4,0$), отношения пиков транстрикуспидального кровотока ($E_r/Ar < 0,8$ или $> 2,1$). Снижение релаксационной функции ПЖ диагностировалось при наличии изменений минимум по двум показателям.

По данным референтного метода, 156 обследованных были разделены на две группы:

I группа – без ДД ПЖ: 99 человек (средний возраст $48,3 \pm 14,3$ лет, мужчин 44);

II группа – с наличием ДД ПЖ: 57 человек (средний возраст $62,2 \pm 10,5$ лет; мужчин 33).

Характер распределения показателей в сравниваемых группах оказался нормальным, в связи с этим для анализа была использована методика ANOVA.

В группе без ДД ПЖ значение изучаемого показателя er составило $18,70 \pm 2,98$ см/с, а в группе с ДД – $13,26 \pm 2,02$ см/с ($p < 0,00001$) (рисунок 4.17).

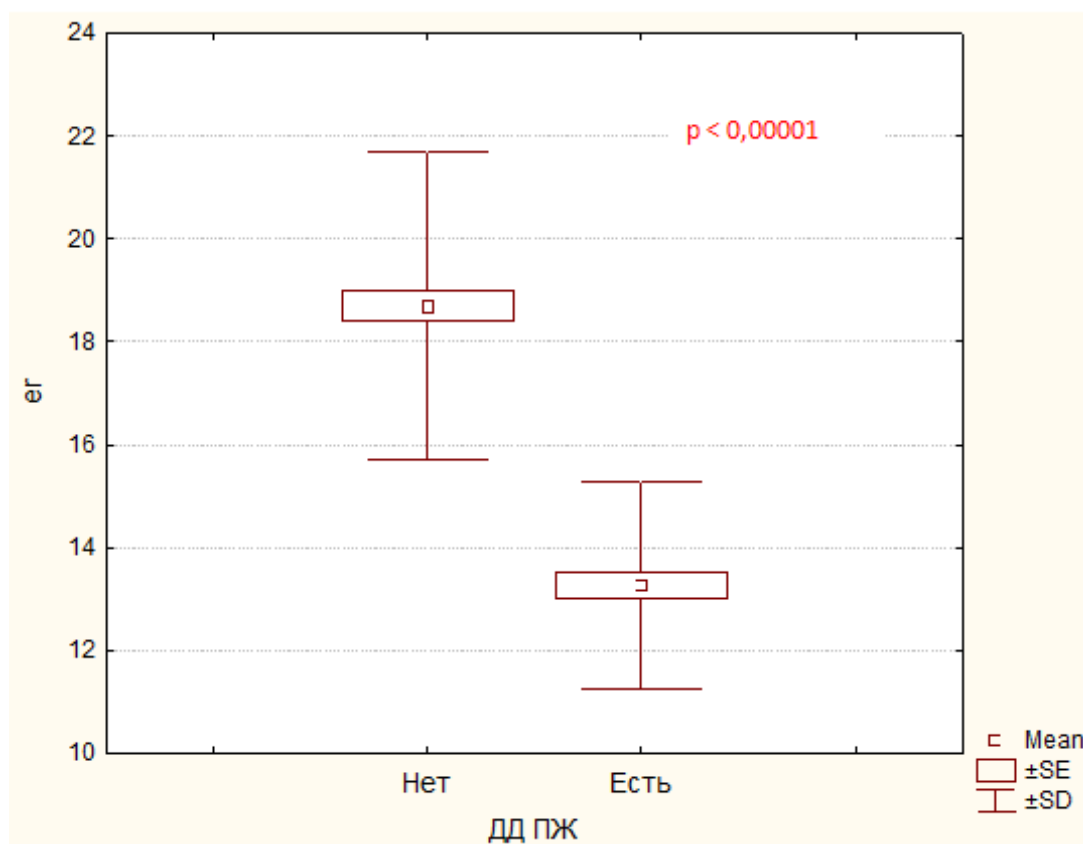


Рисунок 4.17. Средние значения показателя er у пациентов с отсутствием и наличием диастолической дисфункции ПЖ

Получены данные о наличии сильной связи при изучении корреляции между показателями er и er' (коэффициент корреляции $r = 0,90$; корреляционное уравнение: $er = 3,21 + 1,08 \times er'$; уровень достоверности корреляционного уравнения: $p < 0,00001$) (рисунок 4.18).

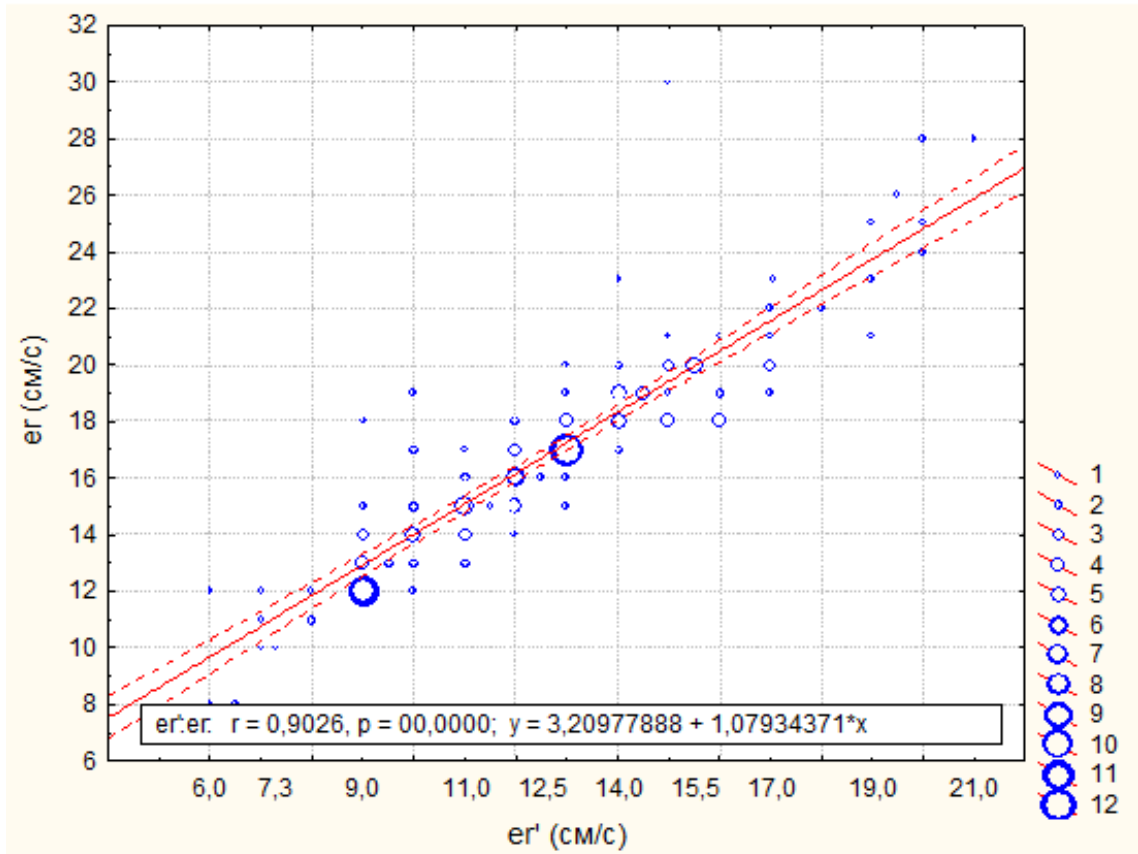


Рисунок 4.18. – Корреляция между показателями тканевого (er') и обычного импульсноволнового (er) доплера

Анализ характера распределения значений показателя er у лиц с ДД ПЖ и без нее, а также использование методики характерологических кривых (ROC) позволили определить значение оптимального положительного критерия (ОПК) для er , позволяющего наиболее точно выделить пациентов с нарушенной диастолической функцией ПЖ (рисунок 4.19). Значение ОПК составило: $er \leq 15$ см/с.

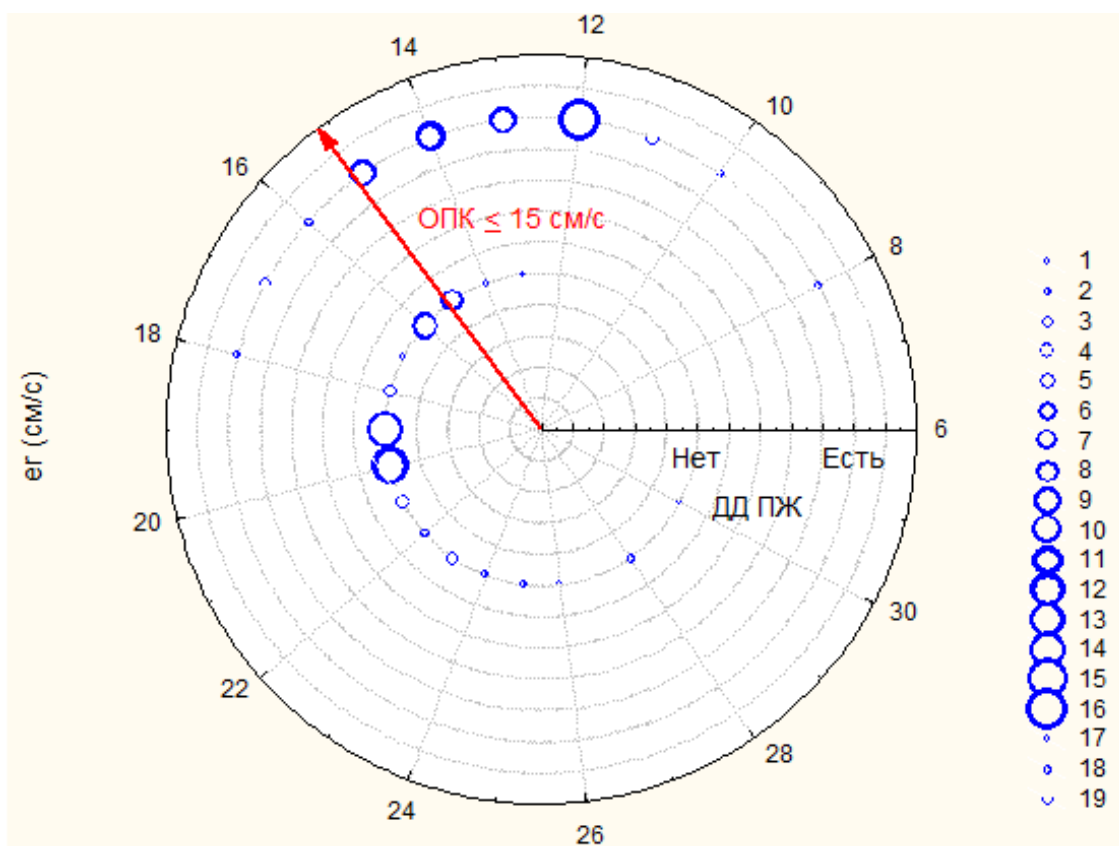


Рисунок 4.19. – Значение ОПК показателя ег у лиц с отсутствием и наличием диастолической дисфункции ПЖ

Чувствительность новой методики при $ОПК\ eг \leq 15\text{ см/с}$ в разделении лиц с нарушенной и сохранной диастолической функцией ПЖ составила 89,5% (ложноотрицательных ответов 6), а специфичность – 89,9% (ложноположительных ответов 10). Диагностическая эффективность метода 89,7%.

Учитывая данные о том, что возраст оказывает существенное влияние на величину ег у практически здоровых лиц, нами было изучено, как данный фактор влияет на величину ОПК. Для лиц младше 40 лет величина ОПК по показателю ег для наиболее эффективного выделения лиц с ДД ПЖ оказалась следующей: $ОПК \leq 15\text{ см/с}$ (рисунок 4.20). Чувствительность, специфичность и диагностическая эффективность методики составила 100,0% (ложноотрицательных ответов 0), 96,3% (ложноположительных ответов 1) и 96,6%, соответственно. Для лиц 40–60 лет величина ОПК по показателю ег для наиболее эффективного выделения лиц с ДД ПЖ оказалась следующей: $ОПК \leq 15\text{ см/с}$ (рисунок 4.21). Чувствительность, специфичность и точность

методики составила 95,6% (ложноотрицательных ответов 1), 88,6% (ложноположительных ответов 5) и 91,0%, соответственно. Для лиц старше 60 лет величина ОПК по показателю eg для наиболее эффективного выделения лиц с ДД ПЖ оказалась следующей: $ОПК \leq 15$ см/с (рисунок 4.22). Чувствительность, специфичность и диагностическая эффективность методики составила 84,4% (ложноотрицательных ответов 5), 85,7% (ложноположительных ответов 4) и 85,0%, соответственно.

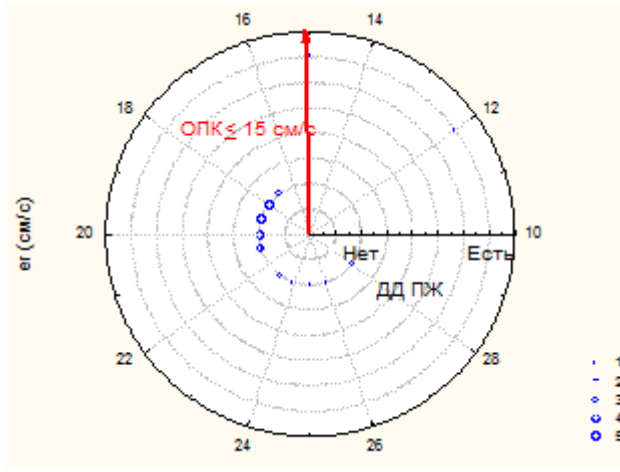


Рисунок 4.20. – Значение ОПК показателя eg для лиц младше 40 лет

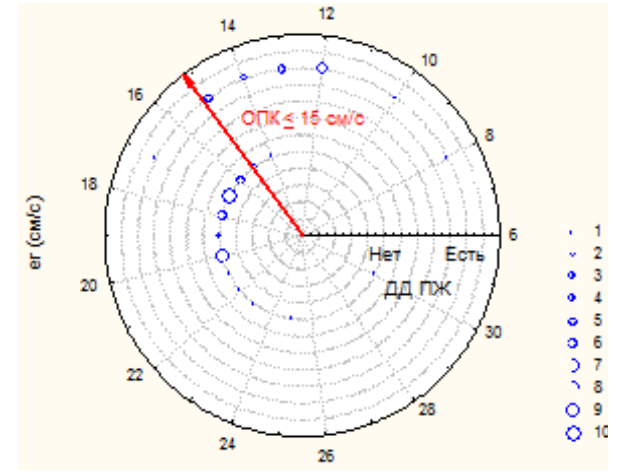


Рисунок 4.21. – Значение ОПК показателя eg для лиц 40–60 лет

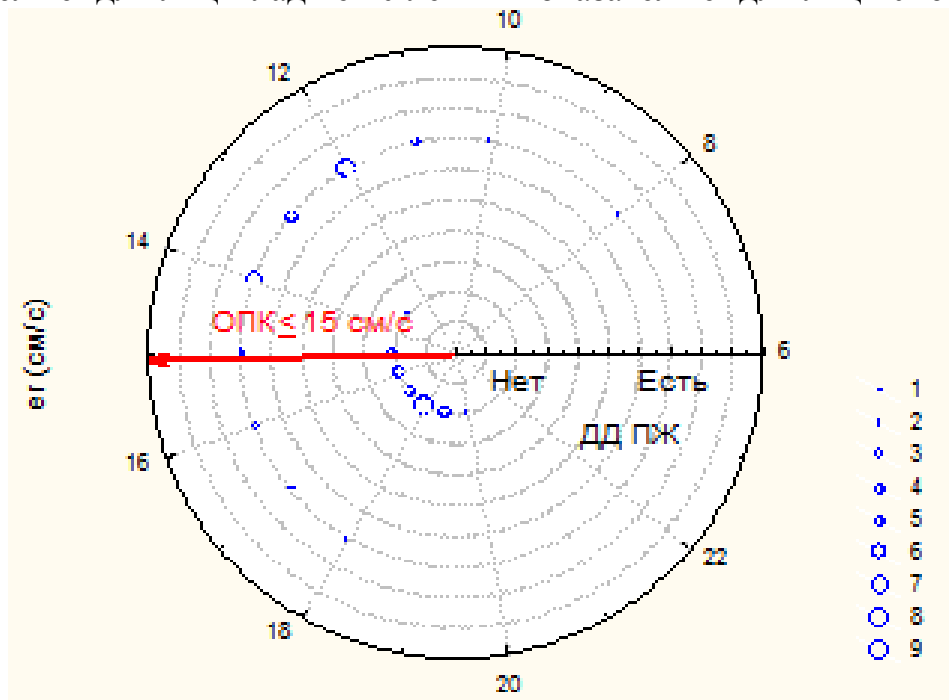


Рисунок 4.22. – Значение ОПК показателя eg для лиц старше 40 лет

Таким образом, во всех возрастных подгруппах значение ОПК по показателю er оказывается одним и тем же: $er \leq 15$ см/с.

После изучения показателя er нами для сравнения изучена диагностическая значимость показателя er/ar в выявлении ДД ПЖ. В группе без ДД ПЖ значение изучаемого показателя er/ar составило $0,99 \pm 0,30$ см/с, а в группе с ДД – $0,73 \pm 0,20$ см/с, ($p = 0,001$) (рисунок 4.23).

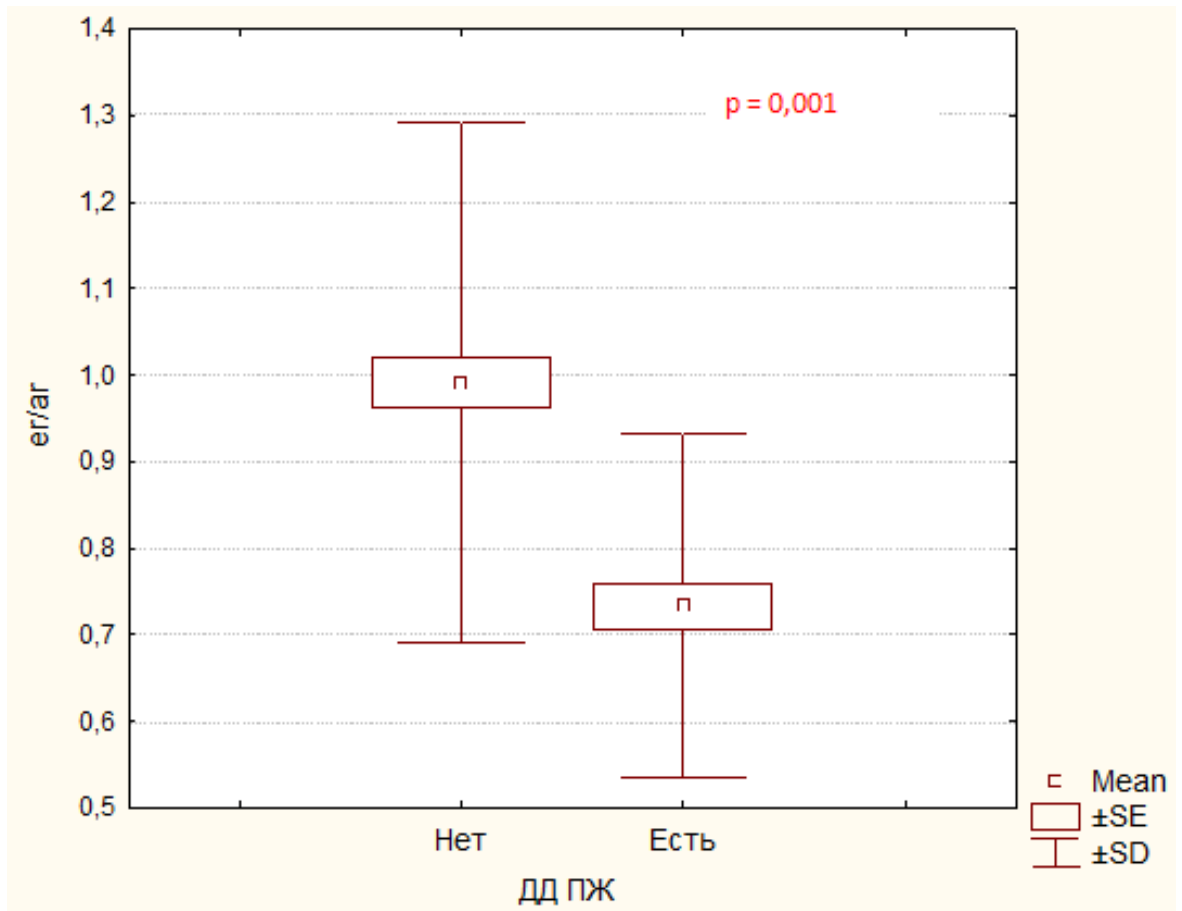


Рисунок 4.23. – Средняя величина параметра er/ar у пациентов с отсутствием и наличием диастолической дисфункции ПЖ

Анализируя характер распределения значений показателя er/ar у лиц с ДД ПЖ и без нее, используя методику характерологических кривых (ROC) нами было определено значение оптимального положительного критерия (ОПК) для er/ar , позволяющего наиболее точно выделить пациентов с нарушенной диастолической функцией ЛЖ (рисунок 4.24). Значение ОПК составило: $er/ar \leq 0,9$.

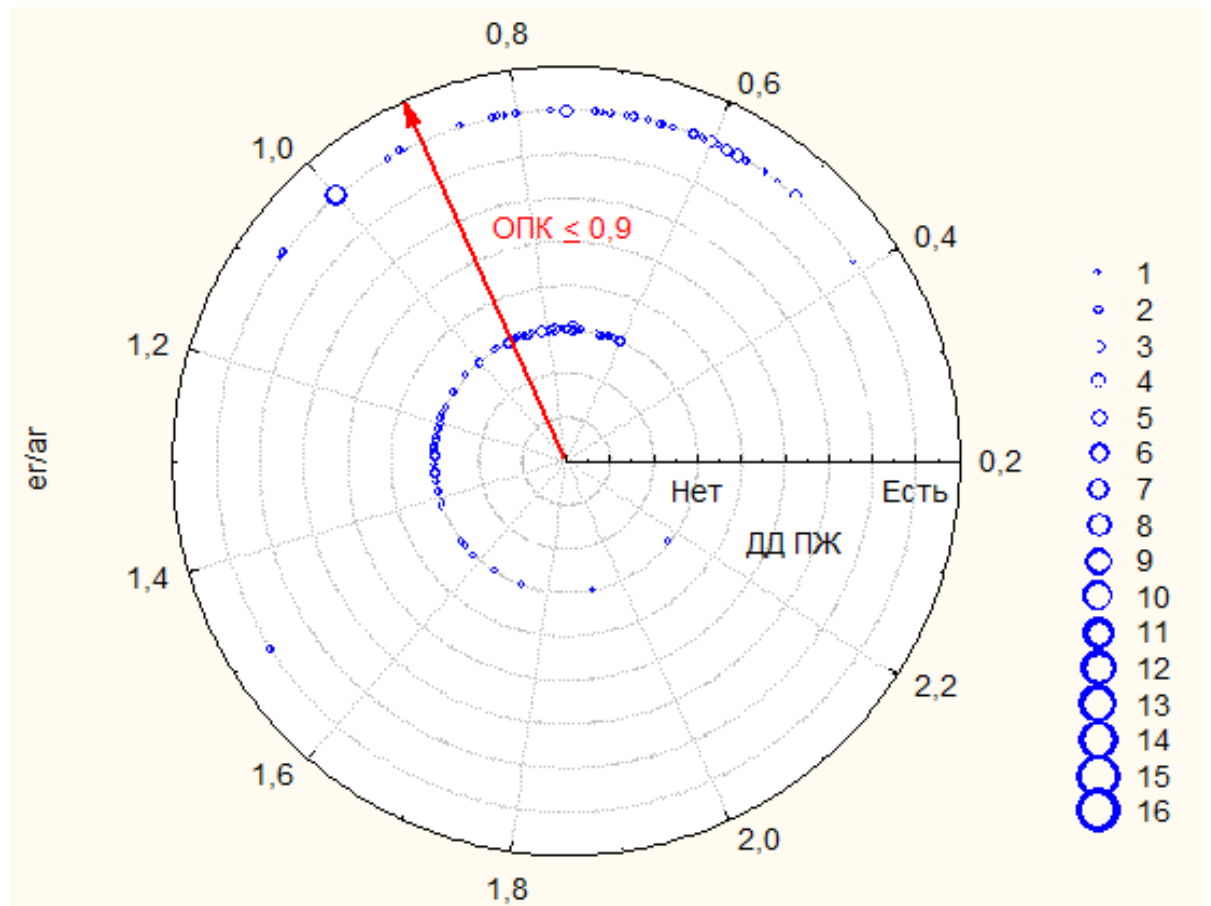


Рисунок 4.24. – Характер распределений значения ОПК er/ar у лиц с отсутствием и наличием диастолической дисфункции ПЖ

Чувствительность новой методики при $ОПК\ er/ar \leq 0,9$ в разделении лиц с нарушенной и сохранной диастолической функцией ПЖ составила 77,2% (ложноотрицательных ответов 13), а специфичность – 50,5% (ложноположительных ответов 49). Диагностическая эффективность метода 60,3%.

При сравнении показателей чувствительности, специфичности и диагностической эффективности двух вариантов применения новой методики (показатели er и er/ar) четко видно, что второй вариант существенно уступает первому в выделении лиц с ДД ПЖ (рисунок 4.25).

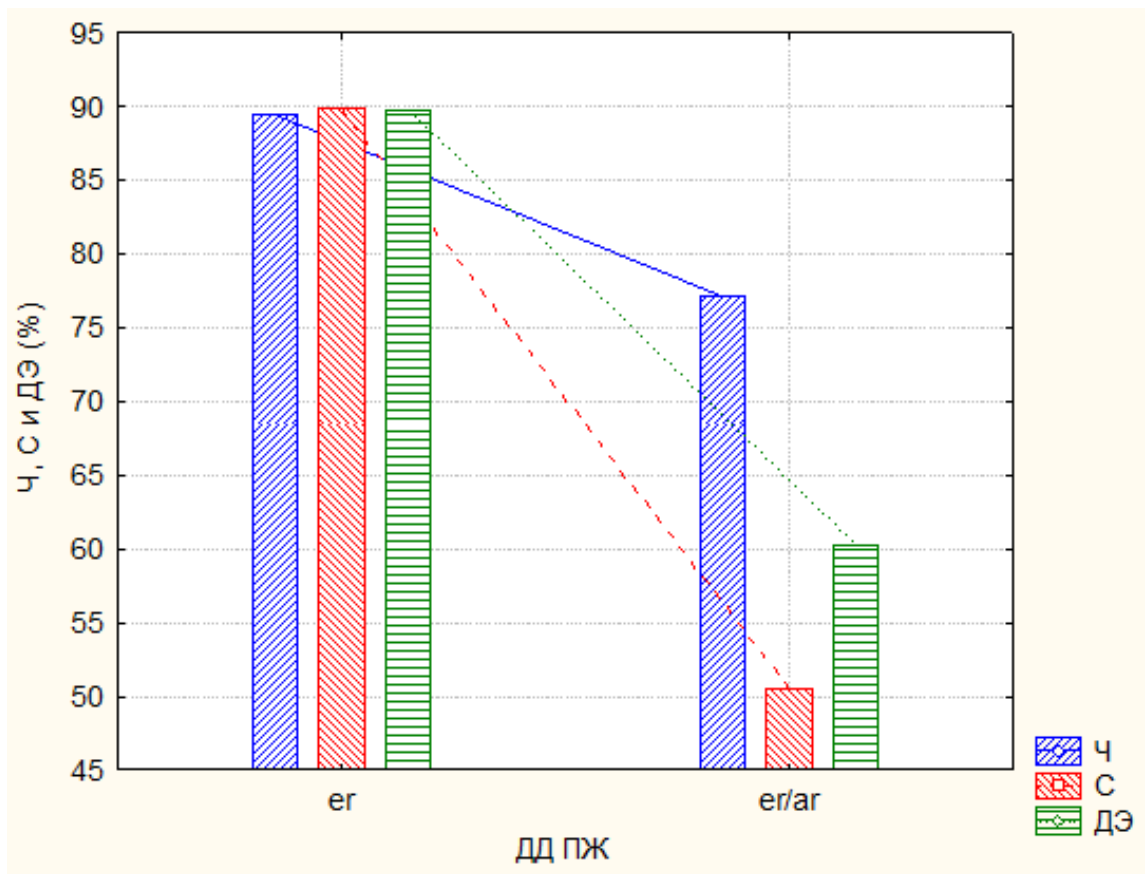


Рисунок 4.25. – Характер распределения чувствительности, специфичности и диагностической эффективности двух вариантов применения новой методики (показатели eg и eg/ar)

Показатель eg явно превосходит по точности диагностики показатель eg/ar. В связи с этим он и выбран в качестве диагностического критерия обнаружения ДД ПЖ. Полученные результаты делают анализ показателя eg/ar в возрастном аспекте ненужным.

Таким образом, нами установлено, что систолические показатели скорости движения левого и правого колец атриовентрикулярных клапанов (sl и sr, соответственно), зарегистрированные с помощью обычного импульсноволнового доплера, могут быть с успехом применены для характеристики нагнетательной функции желудочков сердца, а ранние диастолические показатели скорости движения колец атриовентрикулярных клапанов (el и er) – для характеристики релаксационной функции.

Приводимые ниже клинические примеры демонстрируют эффективность использования разработанной нами методики.

Клинический пример №1:

Больная Б. 82 лет поступила в кардиологическое отделение клиники РостГМУ с жалобами на пекущие загрудинные боли, возникающие при физической нагрузке, проходящие в покое; одышку при физической нагрузке; периодические подъёмы артериального давления до 170/100 мм рт.ст. Считает себя больной около 20 лет, когда стало беспокоить повышение артериального давления, периодически одышка и чувство дискомфорта в области сердца. Наблюдалась у терапевта по месту жительства. Ухудшение состояния около месяца, когда участились приступы загрудинных болей при эмоциональном и физическом напряжении. При осмотре: тоны сердца ритмичные, приглушены, ЧСС — 75 в мин. АД – 160/100 мм рт. ст.

ЭКГ: ритм синусовый, ЧСС 70 уд в мин. Нарушение процессов реполяризации миокарда нижней стенки ЛЖ.

Предварительный диагноз: Ишемическая болезнь сердца. Стенокардия напряжения. ФК2. Артериальная гипертензия 2 степени 3 стадии, риск 4.

Была направлена на УЗИ сердца:

Корень аорты — 29 мм, ЛП — 33 мм, ЛА — 24 мм.

Левый желудочек:

КДР — 46 мм, КСР — 32 мм, МЖП — 11 мм, ЗС ЛЖ — 11 мм, ФВ — 59% (рисунок 4.26). ВИР ЛЖ — 59 мс. Показатели трансмитрального кровотока: $E/A = 64/82$ см/с (рисунок 4.27), $E_{зам} = 220$ мс. Показатели тканевой доплерографии: $s1' = 12$ см/с, $e1' = 8$ см/с, $a1' = 10$ см/с. MAPSE – 14 мм (рисунок 4.28).

Зоны нарушения локальной сократимости: гипокинезия нижней стенки левого желудочка

При использовании предложенных нами показателей получены следующие значения: $s1$ — 16 см/с, что говорит о нормальной систолической функции ЛЖ; $e1$ — 13 см/с, что указывает на наличие ДД ЛЖ; $a1$ — 19 см/с (рисунок 4.30).

Правый желудочек:

ПЖ — 24 мм, толщина стенки ПЖ — 4 мм. ФУ — 43%. Показатели транстрикуспидального кровотока: E/A — 30/59 см/с, E зам — 420 мс. Показатели тканевой доплерографии: sr' — 11 см/с, er' — 7 см/с, ar' — 11 см/с. TAPSE — 23 мм (рисунок 4.29).

При использовании предложенных нами показателей получены следующие значения: $sr = 19$ см/с, что говорит о нормальной систолической функции ПЖ; $er = 12$ см/с, что указывает на наличие ДД ПЖ; $ar = 21$ см/с (рисунок 4.31).

Таким образом, комплексная ДэхоКГ с использованием предложенных нами показателей позволила прийти к следующему заключению: Склероз аорты и клапанного аппарата. Небольшая склеротическая недостаточность аортального и митрального клапанов. Гипокинезия нижней стенки левого желудочка. Систолическая функция левого и правого желудочков не нарушена. Диастолическая дисфункция левого и правого желудочков первого типа. Тенденция к повышению давления в легочной артерии.

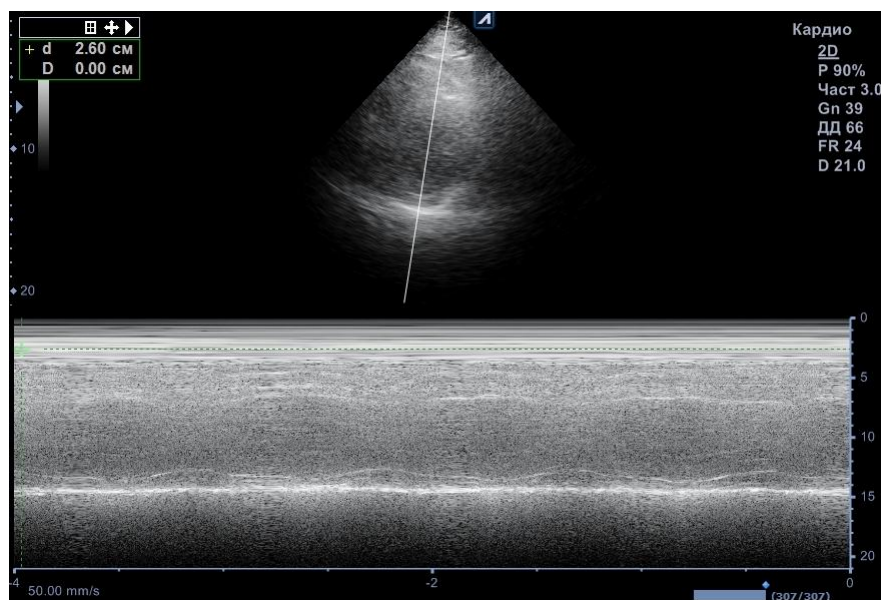


Рисунок 4.26. – Парастеральная длинная ось ЛЖ. В- и М-режимы. Стандартные измерения по Тейхольцу

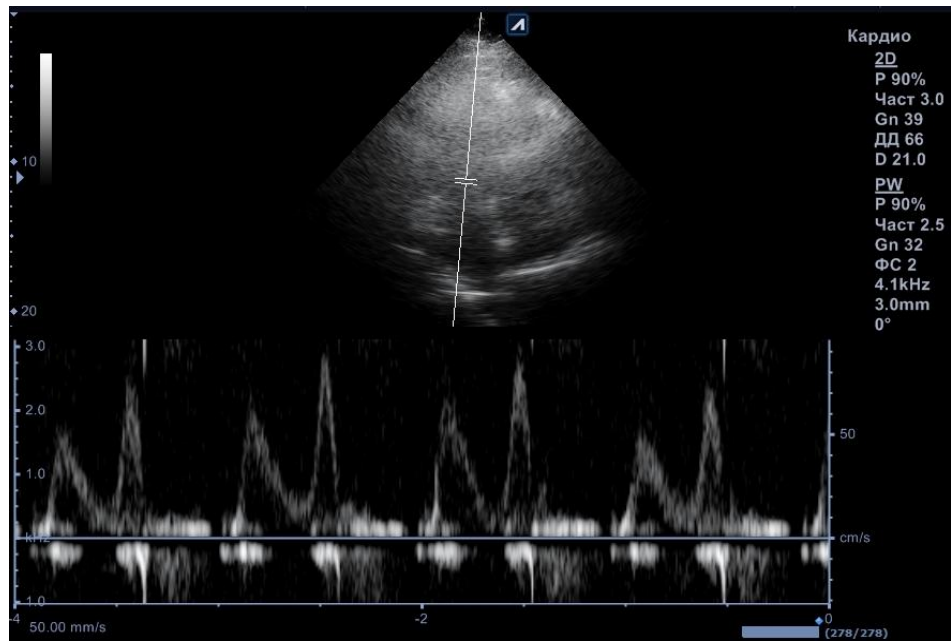


Рисунок 4.27. –Апикальная четырехкамерная позиция. В-режим и импульсноволновой доплер. Трансмитральный кровоток

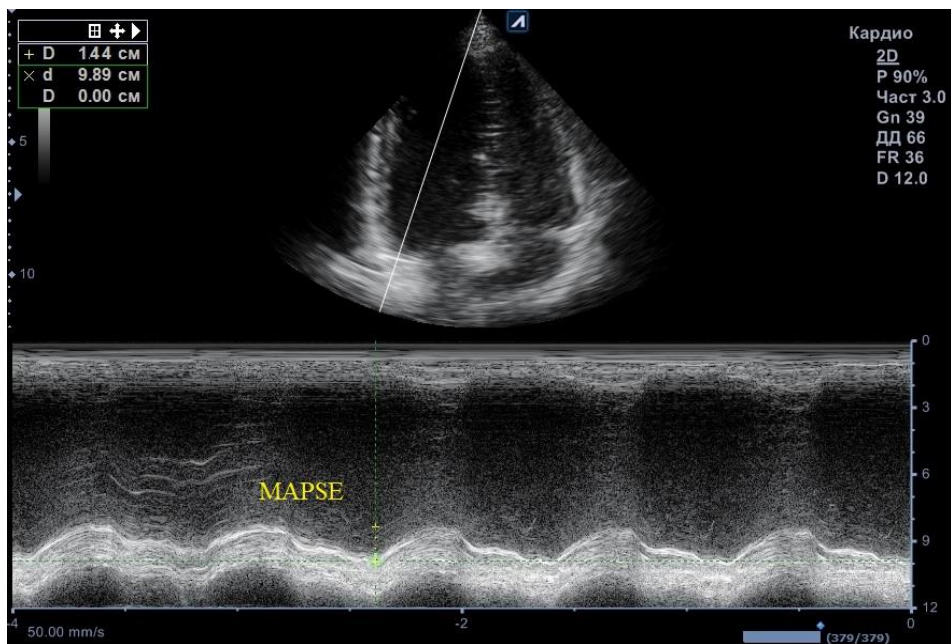


Рисунок 4.28.– Апикальная четырехкамерная позиция. В- и М-режимы. Измерение экскурсии латерального края кольца митрального клапана

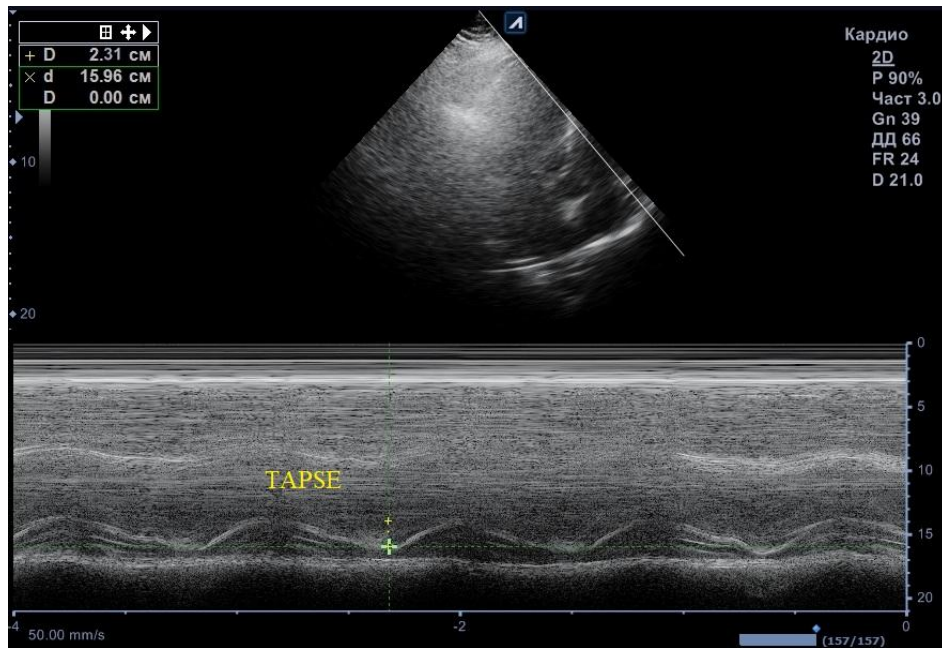


Рисунок 4.29. –Апикальная четырехкамерная позиция. В- и М-режимы. Измерение экскурсии латерального края кольца трикуспидального клапана

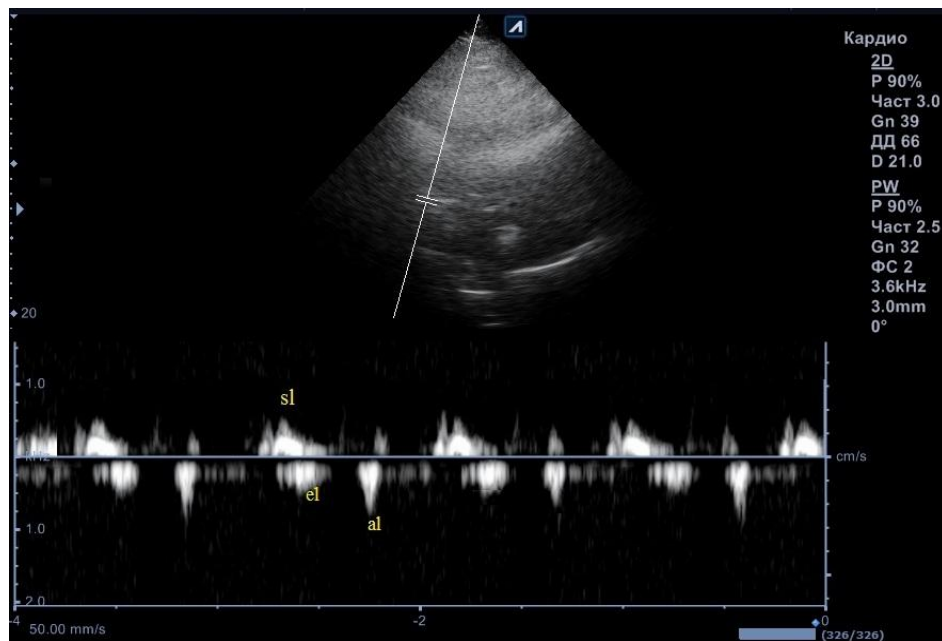


Рисунок 4.30.– Апикальная четырехкамерная позиция. В-режим и импульсноволевой доплер



Рисунок. 4.31. – Апикальная четырехкамерная позиция. В-режим и импульсно-волновой доплер

Клинический пример №2:

Больной Д., 27 лет. Жалобы на периодические колющие боли под левой лопаткой, не связанные с физической нагрузкой. Боли беспокоят около двух месяцев. Возникают в покое, в положении лежа. При осмотре: тоны сердца громкие, ритмичные, ЧСС — 78 уд. в мин. АД — 120/80 мм рт. ст.

ЭКГ: Ритм синусовый. ЧСС 70 уд. в мин. Без особенностей.

Предварительный диагноз: Остеохондроз шейно-грудного отдела позвоночника 1 ст. осложненный нарушением статической функции в виде умеренной выпрямленности физиологических изгибов в частности шейно-грудного перехода.

Рекомендовано: консультация невролога и УЗИ сердца.

При выполнении УЗИ сердца:

Корень аорты — 31 мм, ЛП — 34 мм, ЛА — 30 мм.

Левый желудочек:

КДР — 51 мм, КСР — 33 мм, МЖП — 8 мм, ЗС ЛЖ — 8 мм, ФВ — 65% (рисунок 4.32). ВИР ЛЖ — 50 мс. Показатели трансмитрального кровотока: E/A = 64/32 см/с, E зам = 210 мс. Показатели тканевой

доплерографии: $s1' = 13$ см/с, $e1' = 17$ см/с, $a1' = 10$ см/с. MAPSE – 14 мм (рисунок 4.33).

При использовании предложенных нами показателей получены следующие значения: $s1$ — 17 см/с, что говорит о нормальной систолической функции ЛЖ; $e1$ — 22 см/с, что указывает на нормальную диастолическую функцию ЛЖ; $a1$ — 14 см/с (рисунок 4.35).

Правый желудочек:

ПЖ — 27 мм, толщина стенки ПЖ — 3 мм. ФУ = 46%. Показатели транстрикуспидального кровотока: $E/A = 42/26$ см/с, E зам = 220 мс. Показатели тканевой доплерографии: $sr' = 13$ см/с, $er' = 15$ см/с, $ar' = 14$ см/с. TAPSE – 23 мм (рисунок 4.34).

При использовании предложенных нами показателей получены следующие значения: $sr = 16$ см/с, что говорит о нормальной систолической функции ПЖ; $er = 19$ см/с, что указывает на нормальную диастолическую функцию ПЖ; $ar = 17$ см/с (рисунок 4.36).

Таким образом, комплексная ДэхоКГ с использованием предложенных нами показателей позволила прийти к следующему заключению: При ультразвуковом исследовании патологии не выявлено.

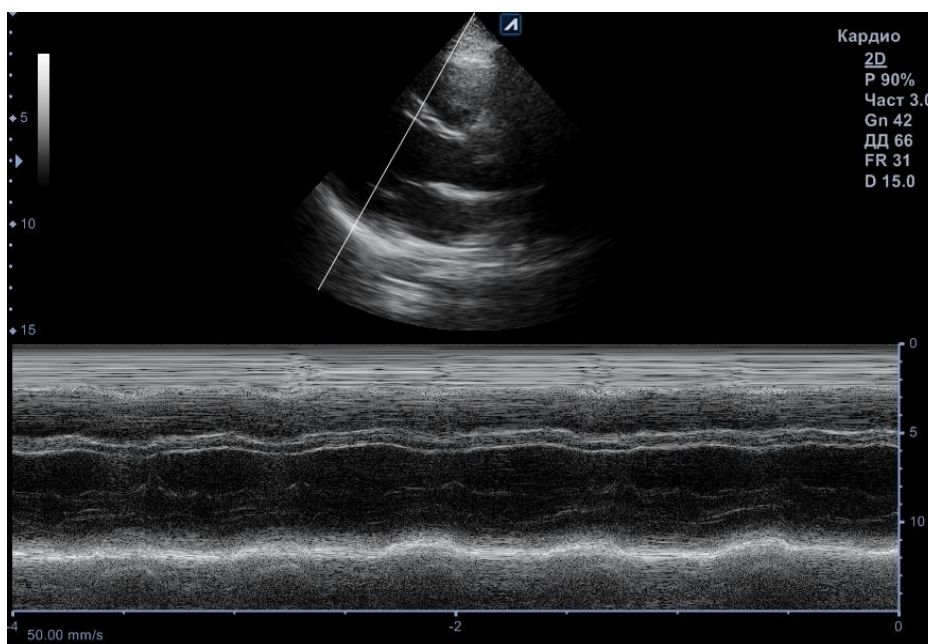


Рисунок 4.32.— Парастеральная длинная ось ЛЖ. В- и М-режимы. Стандартные измерения по Тейхольцу

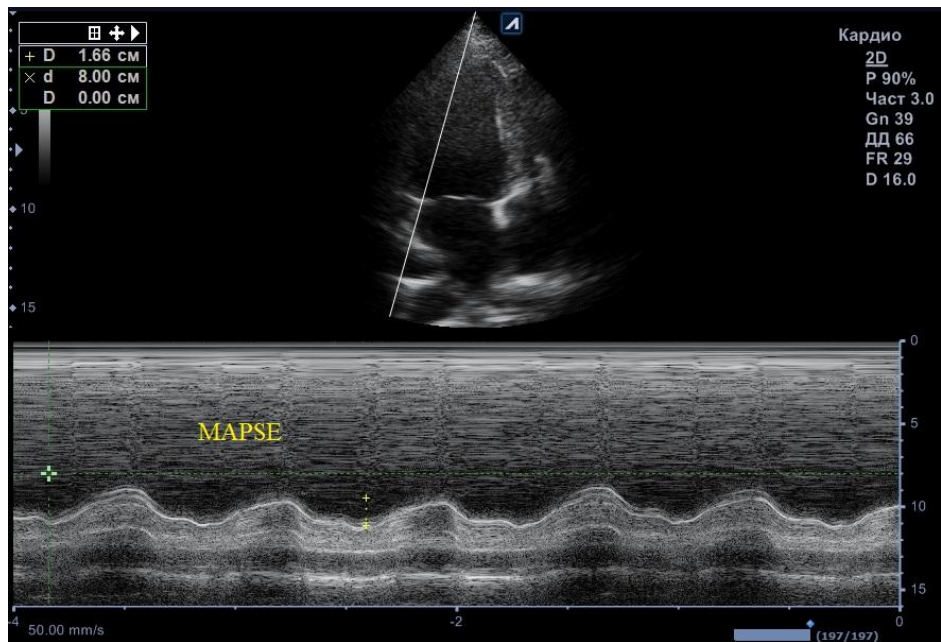


Рисунок 4.33. – Апикальная четырехкамерная позиция. В- и М-режимы. Измерение экскурсии латерального края кольца митрального клапана

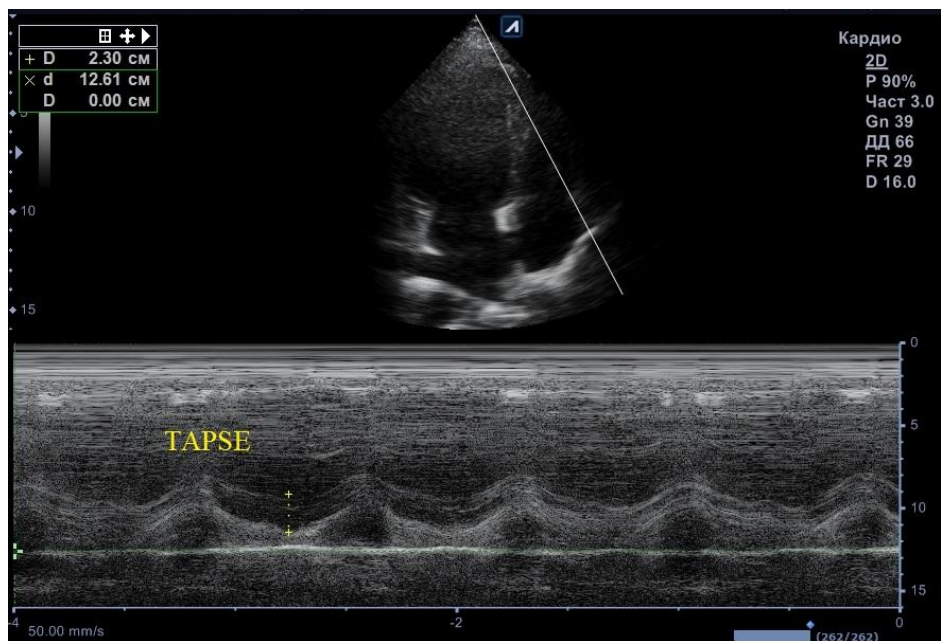


Рисунок 4.34. Апикальная четырехкамерная позиция. В- и М-режимы. Измерение экскурсии латерального края кольца трикуспидального клапана.

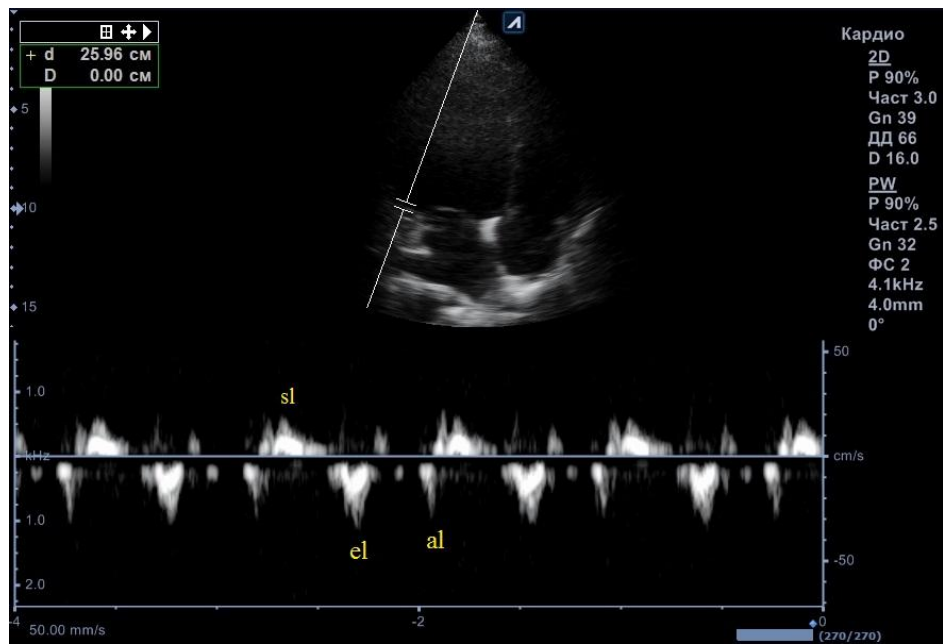


Рисунок 4.35. – Апикальная четырехкамерная позиция. В-режим и импульсволновой доплер

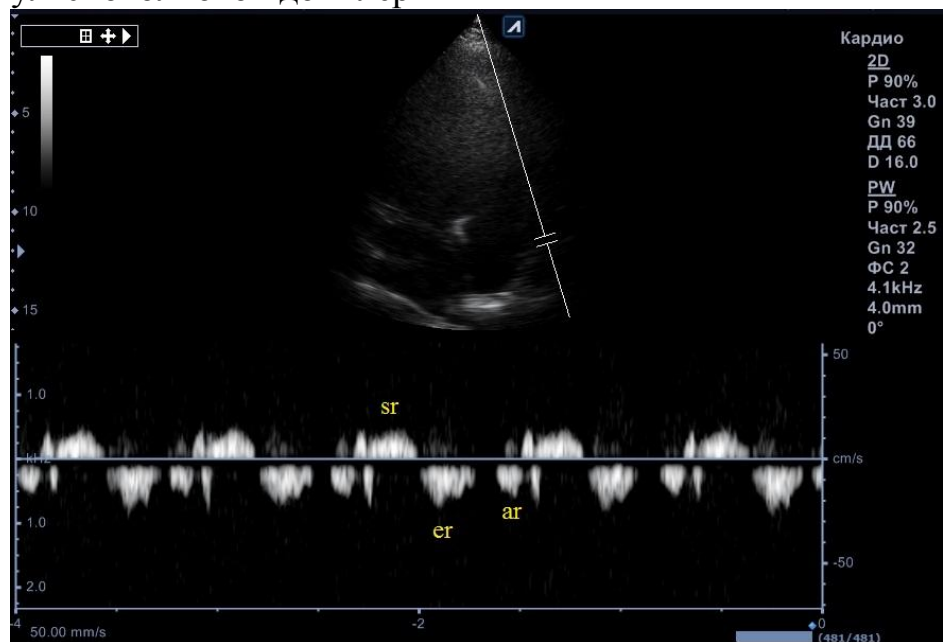


Рисунок 4.36. Апикальная четырехкамерная позиция. В-режим и импульсволновой доплер

Клинический пример №3:

Больной П. 58 лет. Жалобы на одышку, давящие за грудиные боли, возникающие при незначительной физической нагрузке и иррадиирующие в левую руку, проходящие после приема изокета, ощущение перебоев в работе сердца; подъёмы артериального давления 160-170/100 мм рт.ст. Считает себя

больным около 5 лет, когда впервые стали беспокоить давящие загрудинные боли и повышение артериального давления. В сентябре 2008 года перенес ИМ нижней стенки ЛЖ без подъёма ST, без Q. Ухудшение состояния в течение 14 дней, когда стали беспокоить загрудинные боли и одышка при незначительной физической нагрузке (ходьба на расстояние до 50-100 м). При осмотре: тоны сердца приглушены, ЧСС — 66 уд в мин. АД — 140/90 мм рт. ст.

ЭКГ: ритм синусовый, ЧСС 85 уд в мин. Рубцовые изменения миокарда нижней стенки ЛЖ.

Предварительный диагноз: ИБС. Стенокардия напряжения, ФК 3. Постинфарктный кардиосклероз (10.09.08г). Артериальная гипертензия 2 степени 3 стадии, риск 4.

Был направлен на УЗИ сердца.

Корень аорты — 35 мм, ЛП — 38 мм, ЛА — 25 мм.

Левый желудочек:

КДР — 62 мм, КСР — 37 мм, МЖП — 10 мм, ЗС ЛЖ — 10 мм, ФВ — 46% (рисунок 4.37). ВИР ЛЖ — 85 мс. Показатели трансмитрального кровотока: $E/A = 48/60$ см/с, $E_{зам} = 160$ мс. Показатели тканевой доплерографии: $s1' = 9$ см/с, $e1' = 9$ см/с, $a1' = 12$ см/с. MAPSE — 10 мм (рисунок 4.38).

Зоны нарушения локальной сократимости: выраженная гипокинезия нижней стенки левого желудочка с переходом на нижнюю стенку правого желудочка

При использовании предложенных нами показателей получены следующие значения: $s1$ — 12 см/с, что говорит о сниженной систолической функции ЛЖ; $e1$ — 12 см/с, что указывает на наличие ДД ЛЖ; $a1$ — 15 см/с (рисунок 4.40).

Правый желудочек:

ПЖ — 26 мм, толщина стенки ПЖ — 3 мм. ФУ = 38%. Показатели транстрикуспидального кровотока: $E/A = 36/38$ см/с, $E_{зам} = 190$ мс.

Показатели тканевой доплерографии: $sr' = 10$ см/с, $er' = 9$ см/с, $ar' = 15$ см/с. TAPSE – 16 мм (рисунок 4.39).

При использовании предложенных нами показателей получены следующие значения: $sr = 12$ см/с, что говорит о сниженной систолической функции ПЖ; $er = 13$ см/с, что указывает на наличие ДД ПЖ; $ar = 21$ см/с (рисунок 4.41).

Таким образом, комплексная ДэхоКГ с использованием предложенных нами показателей позволила прийти к следующему заключению: Постинфарктное ремоделирование левого желудочка. Выраженная гипокинезия нижней стенки левого желудочка с переходом на нижнюю стенку правого желудочка. Систолическая функция обоих желудочков относительно скомпенсирована. Отмечена диастолическая дисфункция левого и правого желудочков первого типа.

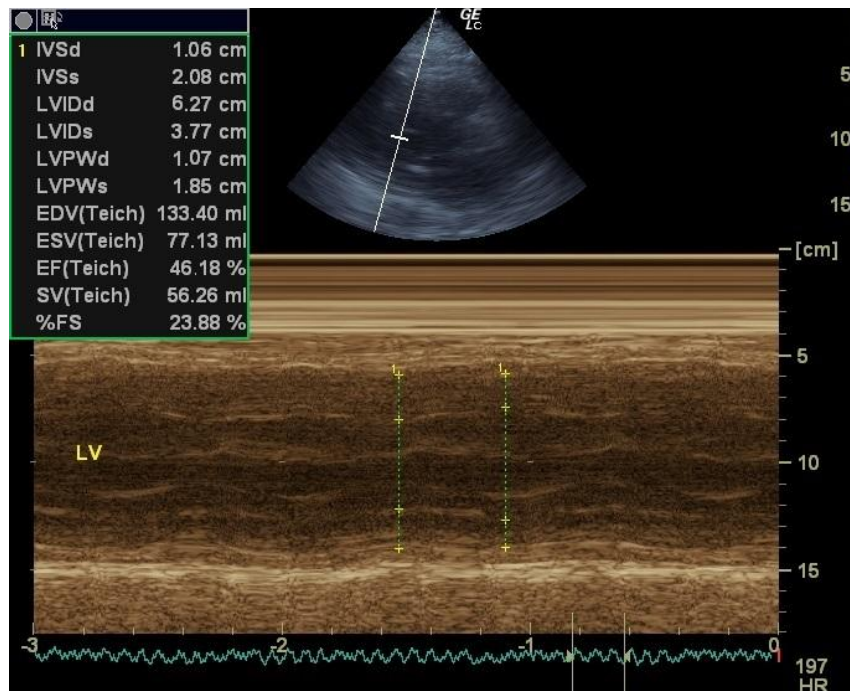


Рисунок 4.37. Парастеральная длинная ось ЛЖ. В- и М-режимы. Стандартные измерения по Тейхольцу

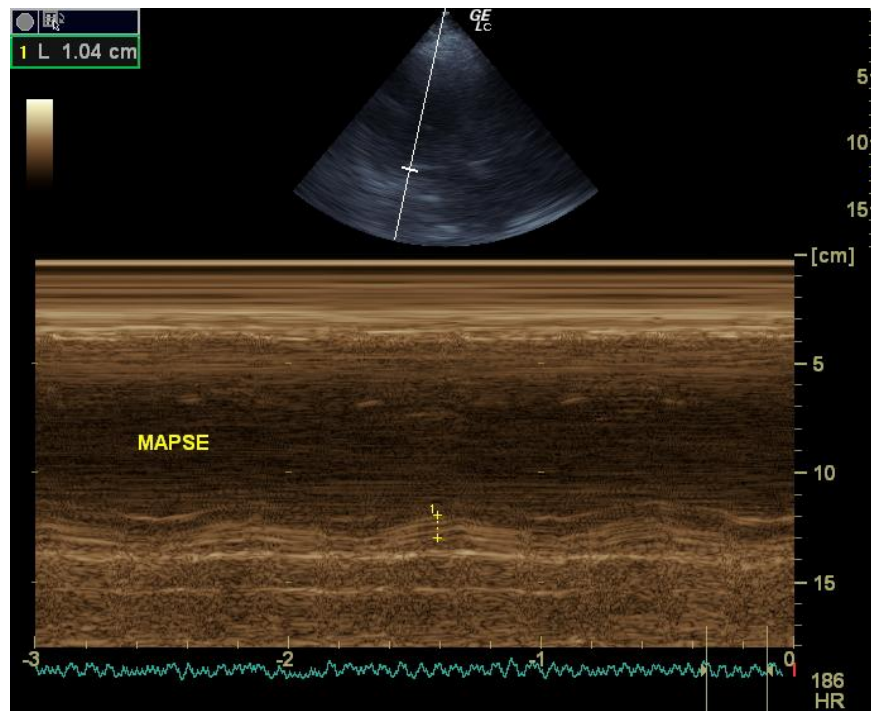


Рисунок 4.38. – Апикальная четырехкамерная позиция. В- и М-режимы. Измерение экскурсии латерального края кольца митрального клапана

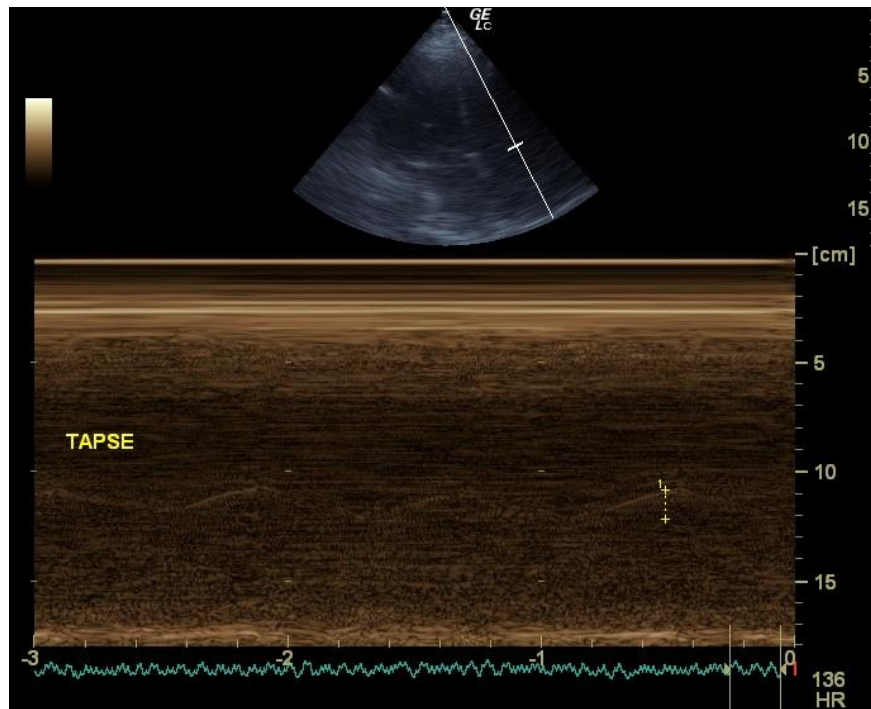


Рисунок 4.39. – Апикальная четырехкамерная позиция. В- и М-режимы. Измерение экскурсии латерального края кольца трикуспидального клапана

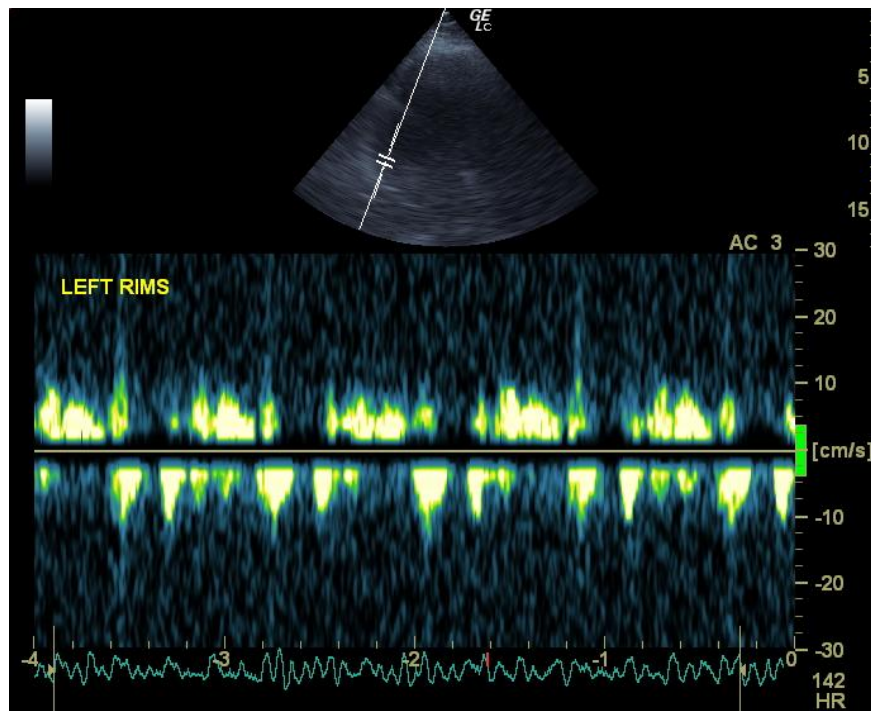


Рисунок 4.40. –Апикальная четырехкамерная позиция. В-режим и импульсноволновой доплер

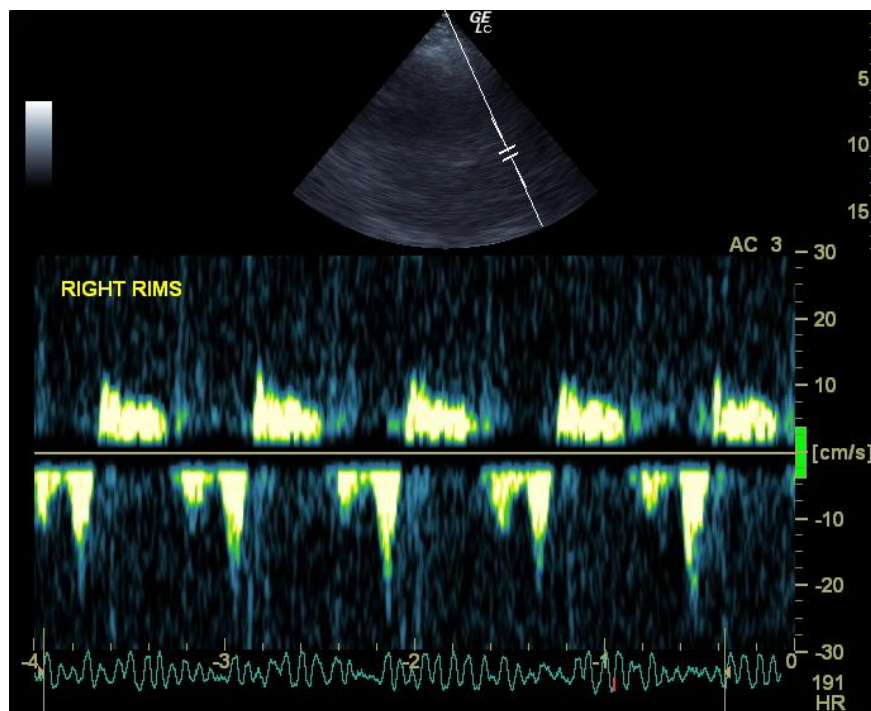


Рисунок 4.41.– Апикальная четырехкамерная позиция. В-режим и импульсноволновой доплер

ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ ДОППЛЕРОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ SL, EL, AL И SR, ER, AR

В предыдущей главе мы продемонстрировали, что разработанные нами новые доплерографические показатели могут помочь выявить нарушения систолической и диастолической функций левого и правого желудочков сердца. В данной главе мы решили оценить воспроизводимость (надежность, выполняемость) новых показателей, прежде чем рекомендовать их использование в практическом здравоохранении. Выполняемость – это степень точности измерения какого-то показателя специалистами с различным уровнем подготовки при использовании работоспособных прокалиброванных приборов.

Для оценки воспроизводимости разработанной нами методики выявления дисфункций сердца с помощью импульсно-волнового доплера мы проанализировали данные 30 первых человек из числа исследуемого контингента (средний возраст $43,6 \pm 12,3$ лет, женщин 13). ДэхоКГ выполнялась дважды одним либо второй раз другим исследователем. Интервал между измерениями составил 30 мин.

Для оценки внутриоператорской и межоператорской воспроизводимости измеряемых и расчетных величин применяли методику Бланда–Альтмана. Первый подход к оценке воспроизводимости заключался в определении арифметического значения разности двух измерений (M, %), стандартного отклонения (STD, %), коэффициента вариации (CV, %). Также использовали методику линейного регрессионного анализа для установления силы статистической связи (коэффициент детерминации R^2) между двумя рядами значений, полученных при повторных измерениях одного и того же признака одним и двумя исследователями.

5.1 Оценка воспроизводимости показателей sl , el , al и sr , er , ar при повторных измерениях одним оператором

Проведен анализ внутриоператорской воспроизводимости доплерографических показателей sl , el , al и sr , er , ar . Характер распределения показателей sl , el , al и sr , er , ar при первом и втором измерениях приближается к нормальному и изображен на рисунках 5.1–5.6.

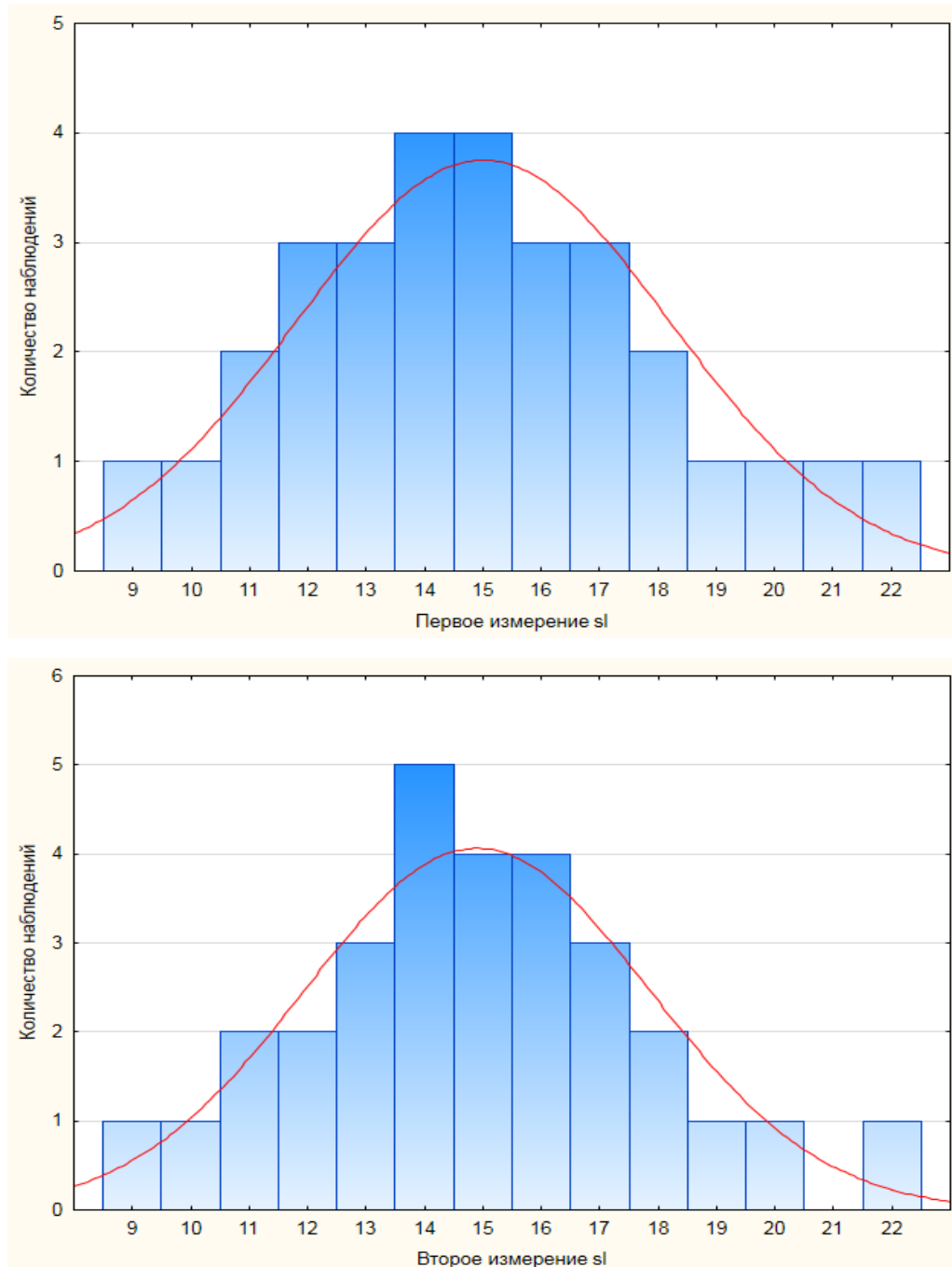


Рисунок 5.1. – Распределение величин показателя sl среди 30 первых пациентов (вверху 1-е измерение, внизу – 2-е)

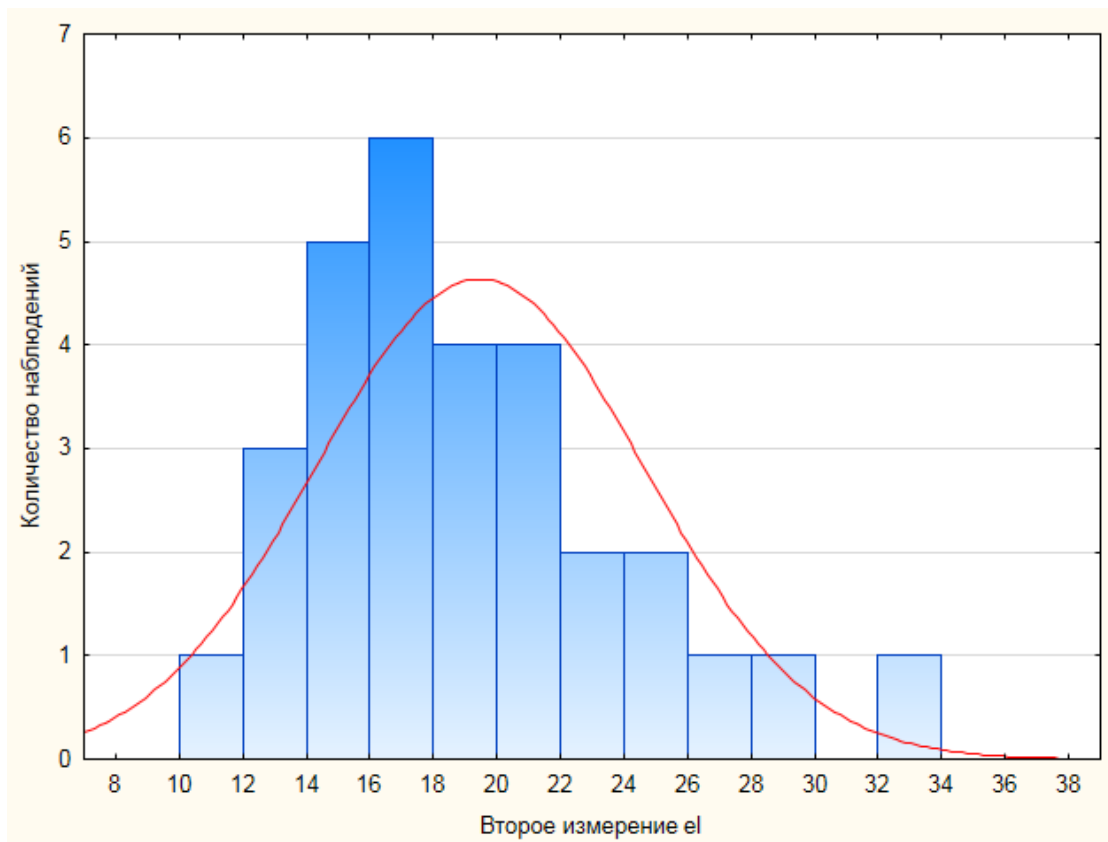
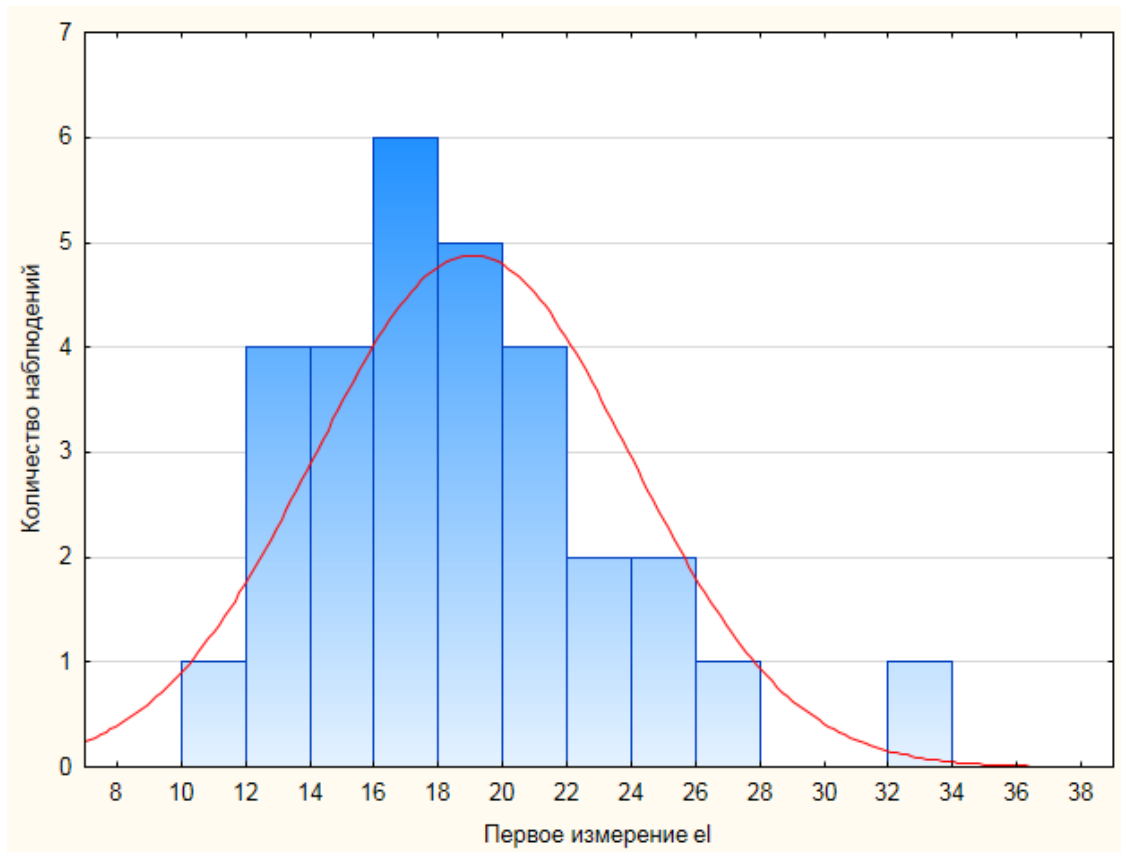


Рисунок 5.2. – Распределение величин показателя $e1$ среди 30 первых пациентов (вверху 1-е измерение, внизу – 2-е)

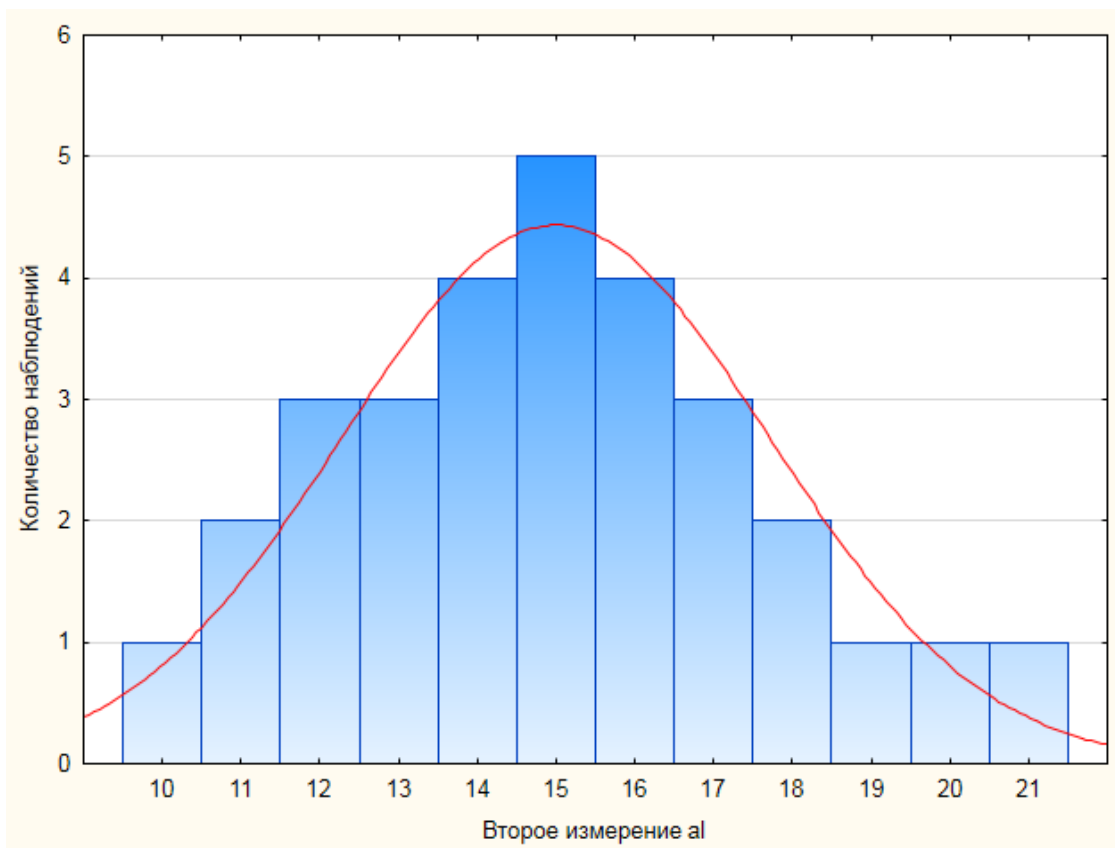
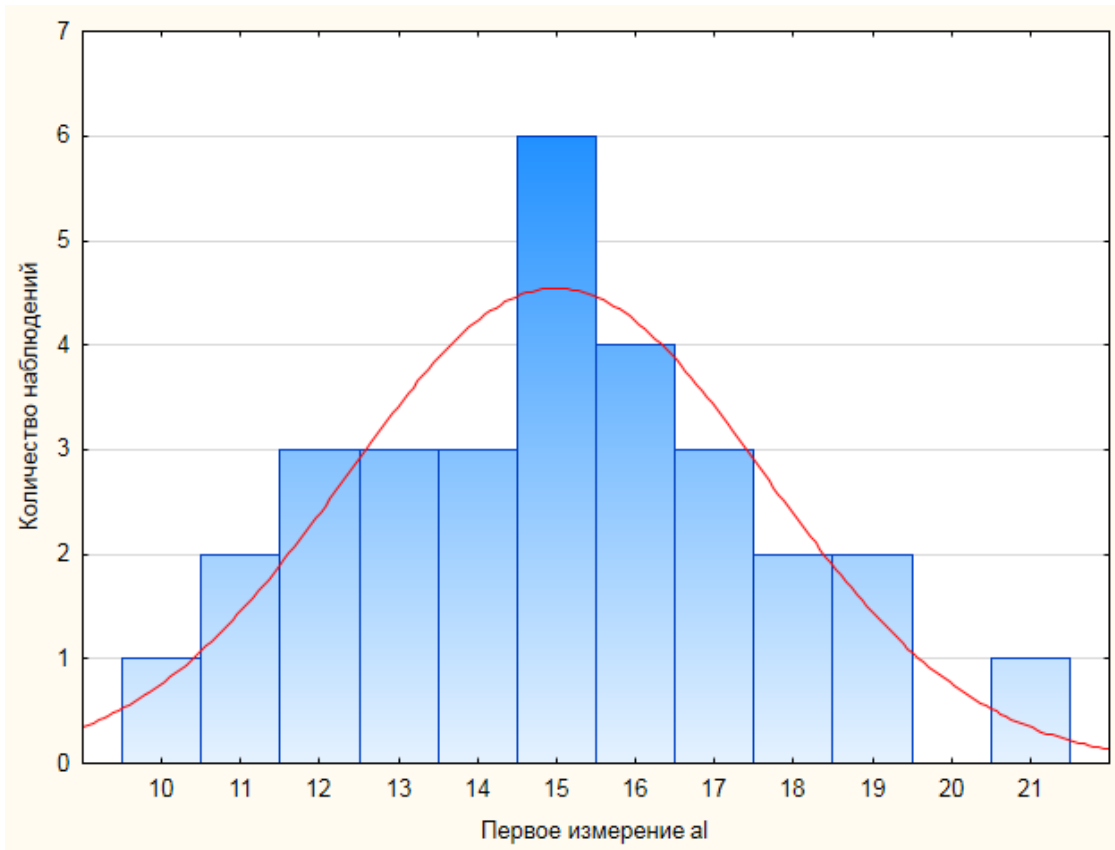


Рисунок 5.3. – Распределение величин показателя a_1 среди 30 первых пациентов (вверху 1-е измерение, внизу – 2-е)

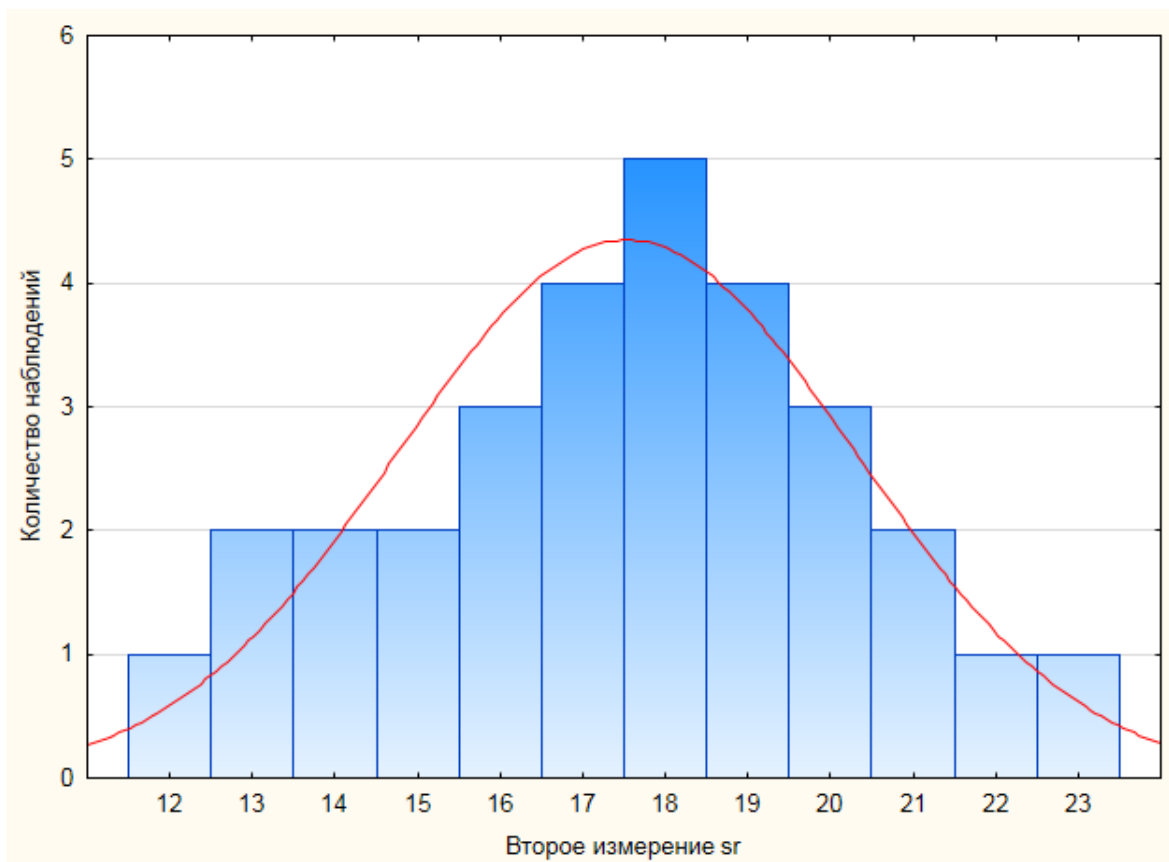
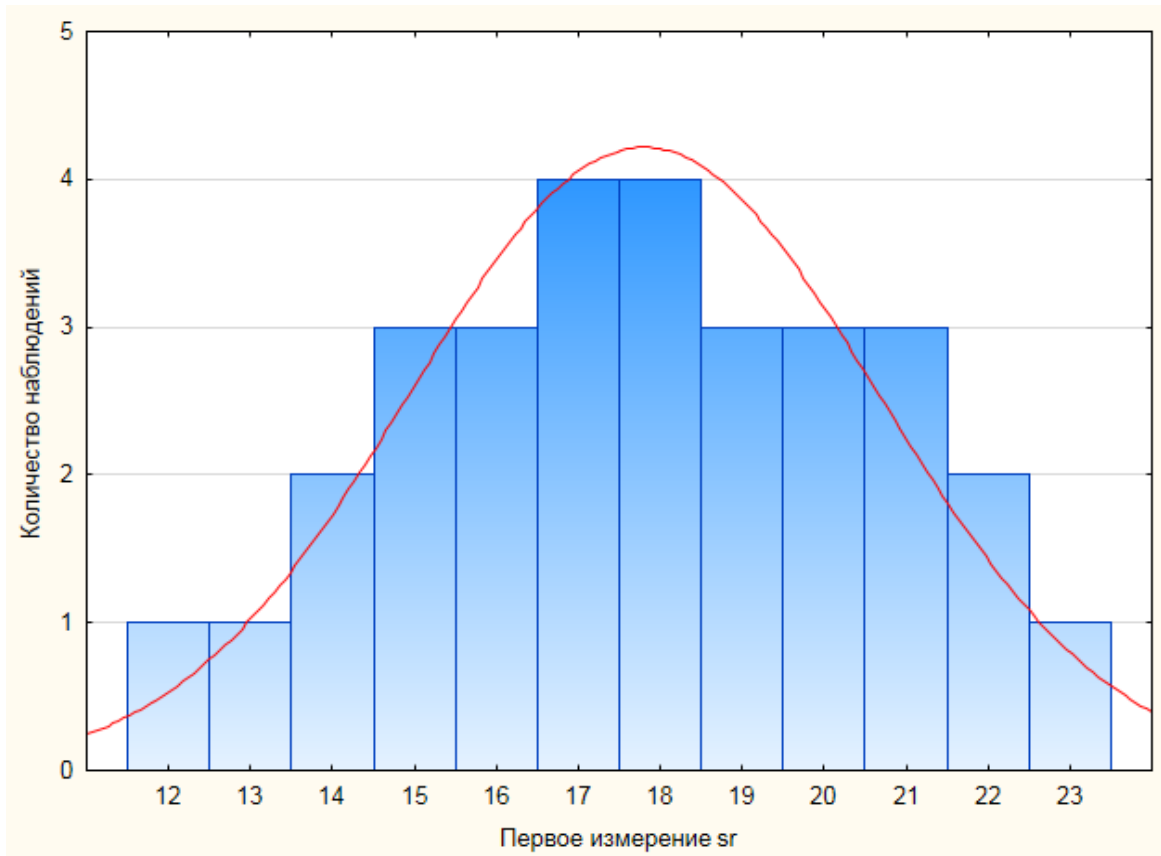


Рисунок 5.4. – Распределение величин показателя sr среди 30 первых пациентов (вверху 1-е измерение, внизу – 2-е)

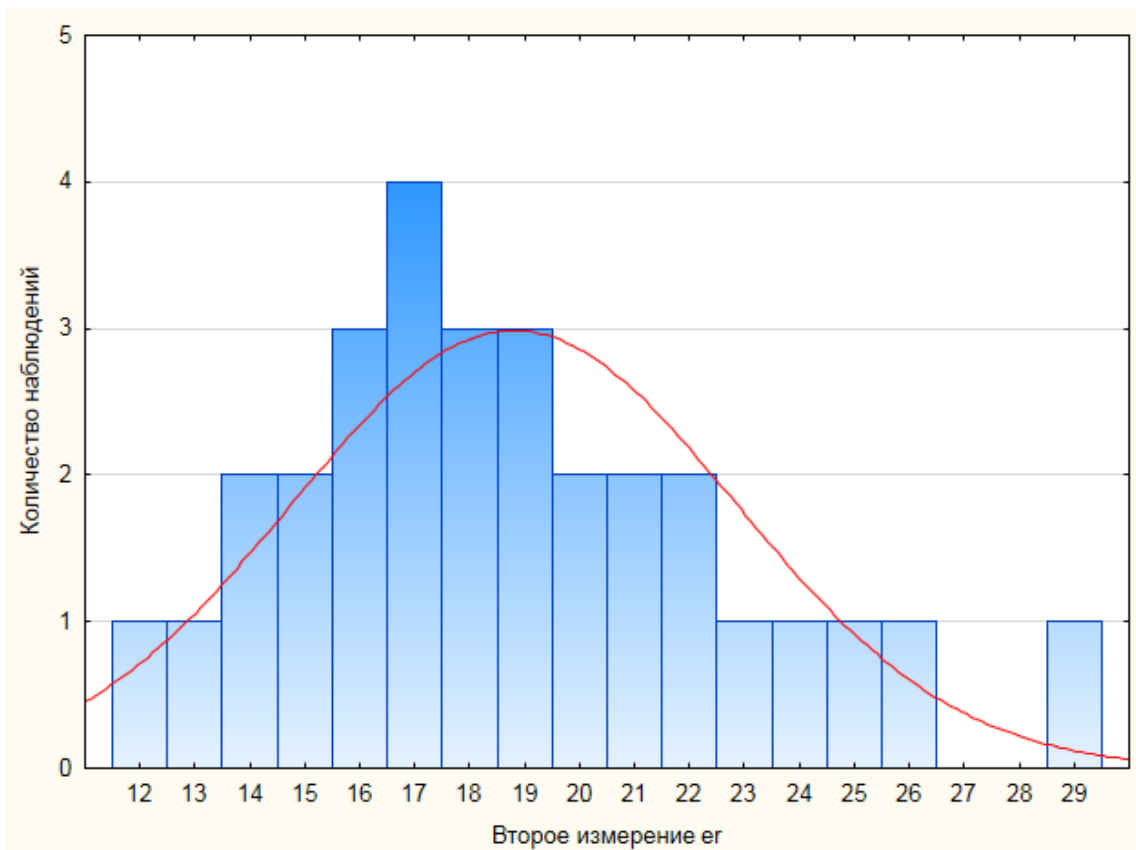
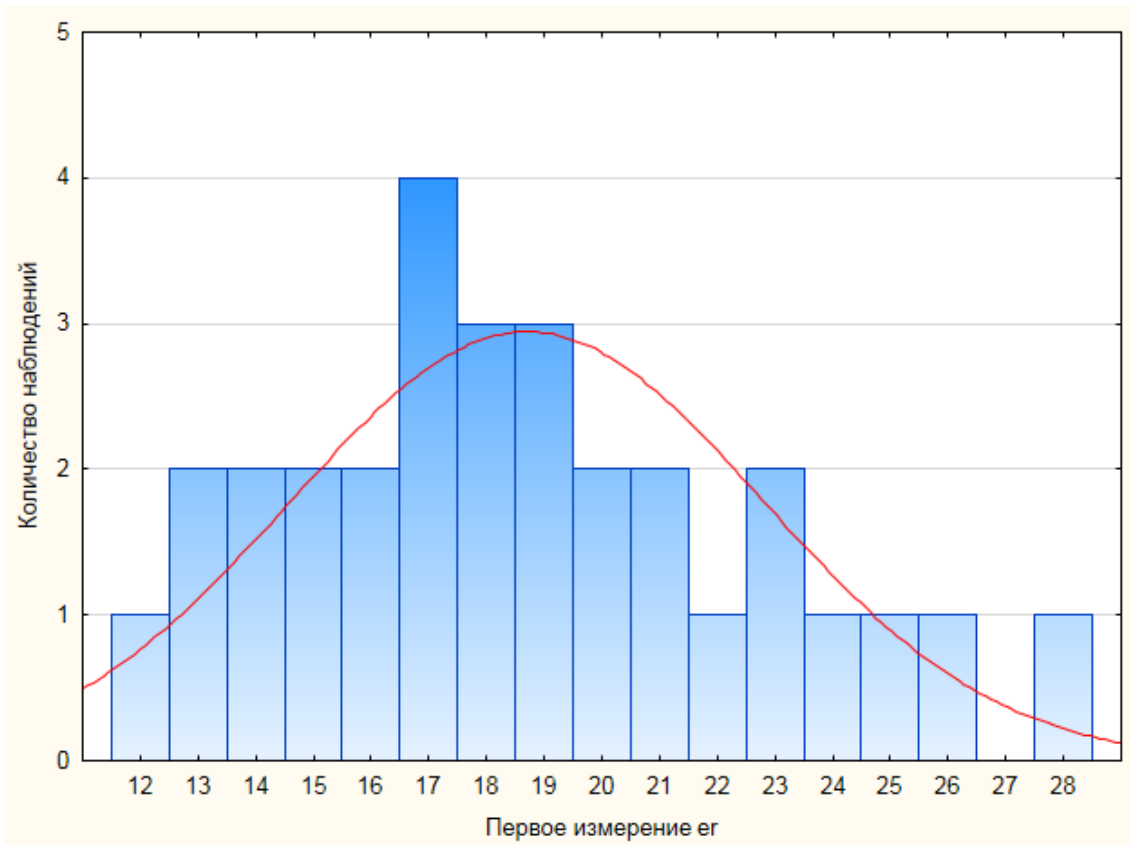


Рисунок 5.5. – Распределение величин показателя ег среди 30 первых пациентов (вверху 1-е измерение, внизу – 2-е)

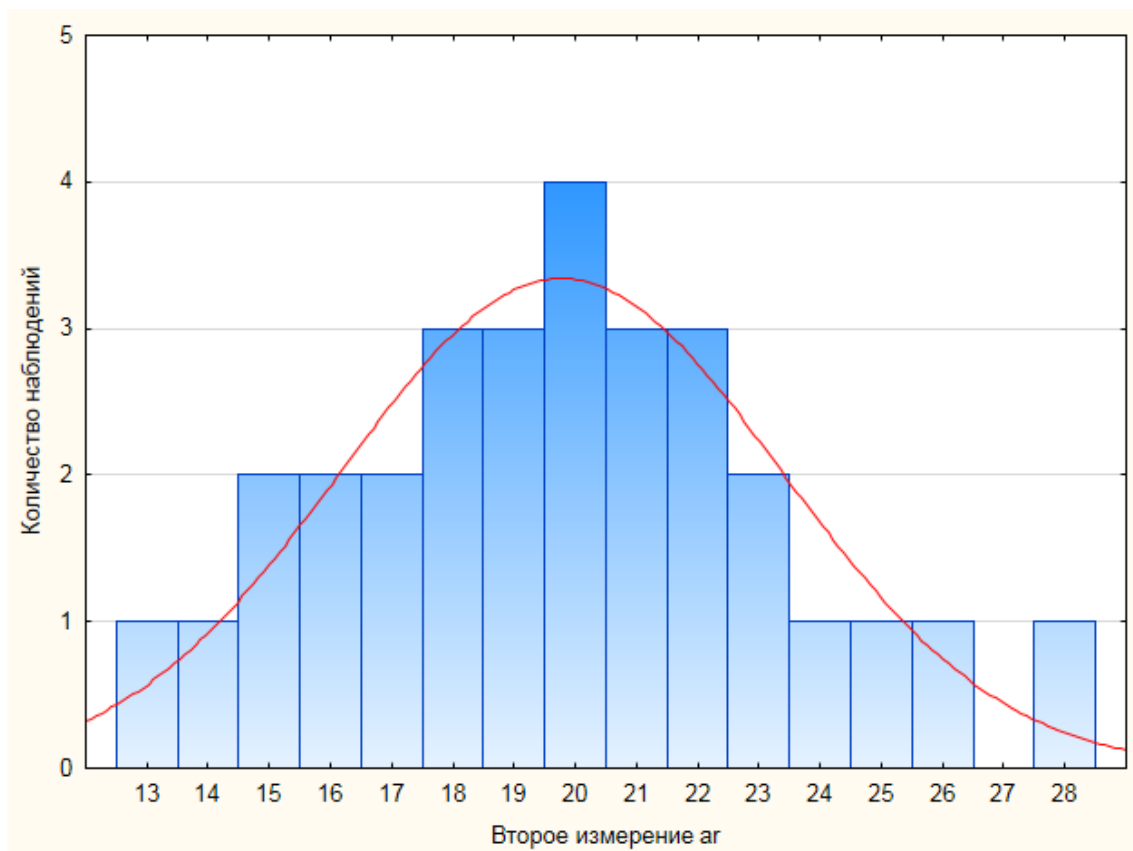
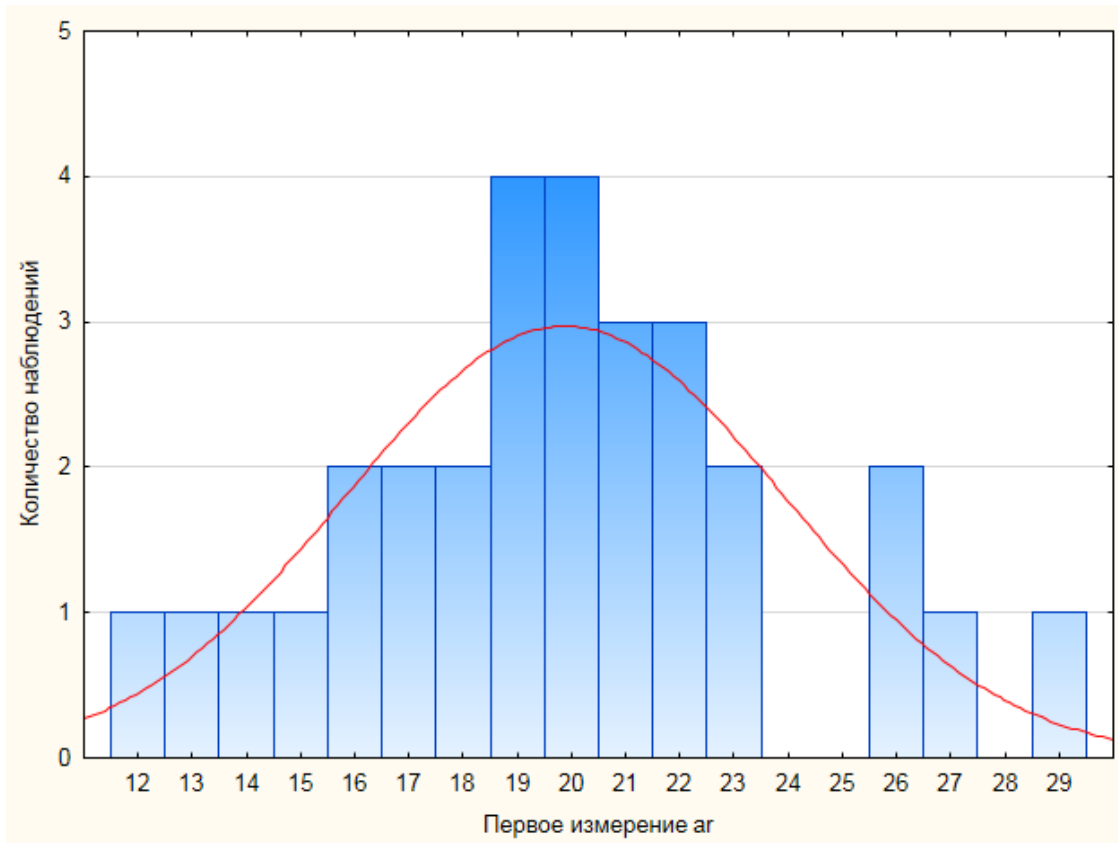


Рисунок 5.6. – Распределение величин показателя ar среди 30 первых пациентов (вверху 1-е измерение, внизу – 2-е)

С помощью регрессионного анализа изучили взаимосвязь двух измерений, которые были выполнены одним врачом. Графоаналитические данные по показателю sl при измерении одним оператором показаны на рисунке 5.7. Получили следующие результаты: корреляционное уравнение $y = 1,52 + 0,89x$, коэффициент детерминации $R^2 = 0,93$, достоверность коэффициента детерминации $p < 0,00001$. Значение показателя R^2 является высоким. При анализе графических данных, полученных с помощью метода Бланда–Альтмана, выявлено, что только в двух случаях из 30 (6,6%) значение разности двух измерений вышло за пределы двух стандартных отклонений.

Таким же образом проведен анализ по показателю el . Графоаналитические показатели для измерений, выполненных одним оператором, показаны на рисунке 5.8. В данном случае корреляционное уравнение: $y = 0,72 + 0,98x$, коэффициент детерминации $R^2 = 0,87$, $p < 0,00001$. Метод Бланда–Альтмана: всего один показатель (3,3%) вышел за пределы 2 SD.

Графоаналитические данные по показателю al при измерении одним оператором показаны на рисунке 5.9. В этом случае корреляционное уравнение: $y = 0,29 + 1,01x$, коэффициент детерминации $R^2 = 0,99$, $p < 0,00001$. Метод Бланда–Альтмана: два показателя (6,6%) вышли за пределы 2 SD.

Подобным образом проанализировали показатели sr , er , ar .

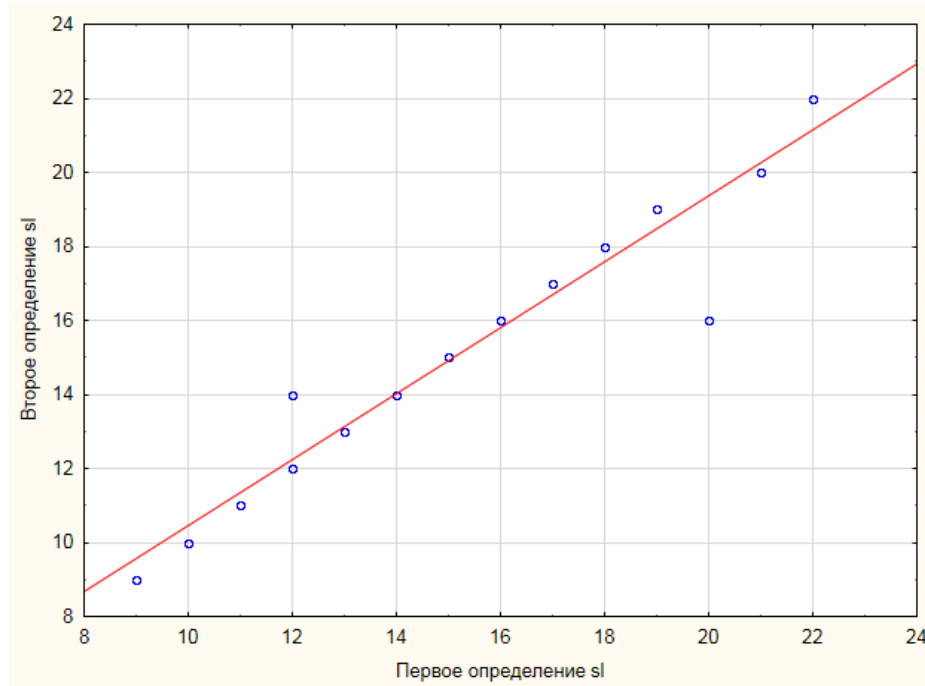
Графоаналитические данные по показателю sr при измерении одним оператором показаны на рисунке 5.10. Результаты корреляционного анализа с оценкой силы связи между двумя измерениями следующие: корреляционное уравнение $y = 3,83 + 0,76x$, коэффициент детерминации $R^2 = 0,62$, достоверность коэффициента детерминации $p < 0,00001$. При анализе графоаналитических данных, полученных с помощью метода Бланда–Альтмана, выявлено, что в трех случаях из 30 (10%) значение разности двух измерений вышло за пределы двух стандартных отклонений.

Графоаналитические данные по показателю er при измерении одним оператором показаны на рисунке 5.11. Корреляционное уравнение: $y = 0,56 +$

0,97x, коэффициент детерминации $R^2 = 0,97$, $p < 0,00001$. Метод Бланда–Альтмана: один показатель (3,3%) вышел за пределы 2 SD.

Графоаналитические данные по показателю ar при измерении одним оператором показаны на рисунке 5.12. Корреляционное уравнение: $y = 2,36 + 0,87x$, коэффициент детерминации $R^2 = 0,96$, $p < 0,00001$. Метод Бланда–Альтмана: три показателя (10%) вышли за пределы 2 SD.

А)



Б)

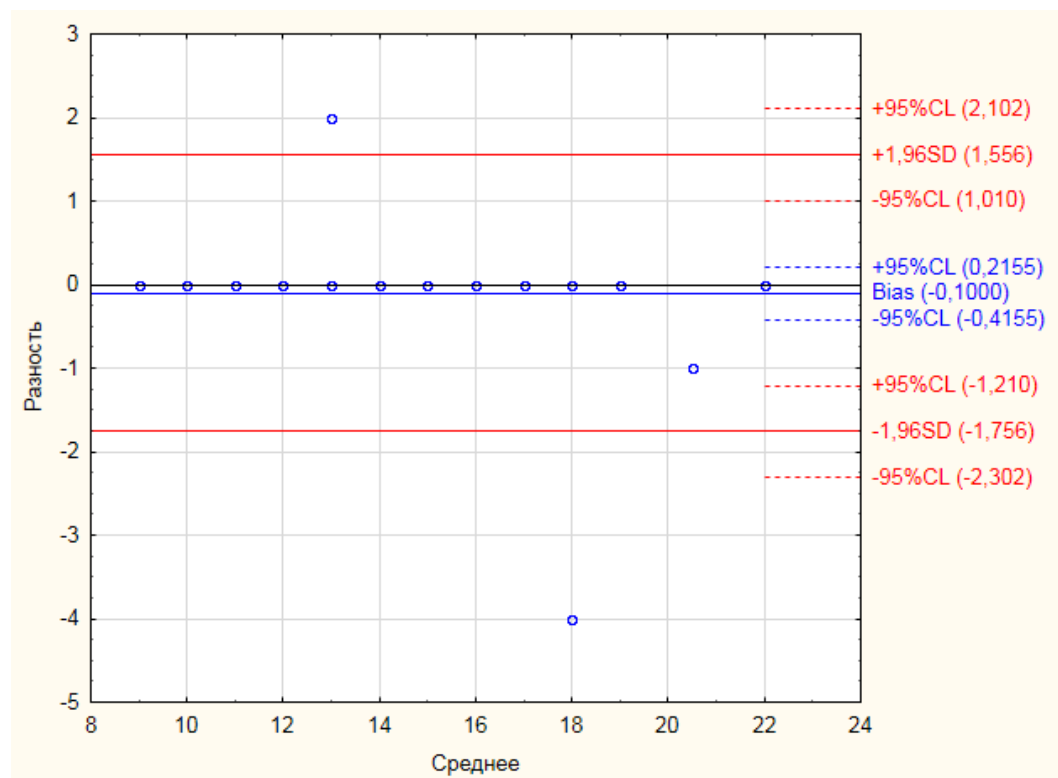


Рисунок 5.7 – А) график корреляционной зависимости скоростного показателя *sl*; Б) надежность показателя *sl* при повторном измерении одним исследователем (метод Бланда–Альтмана)

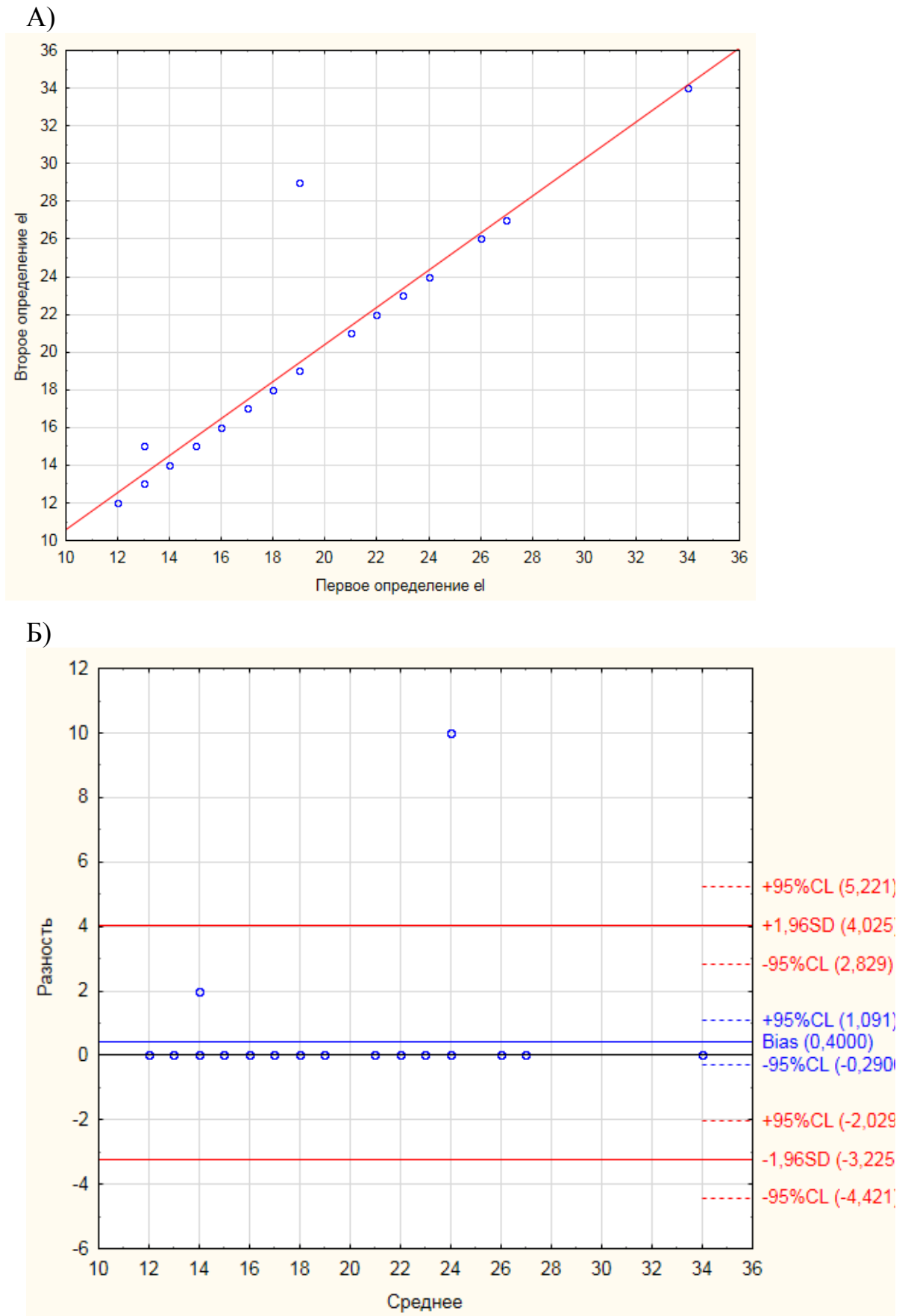
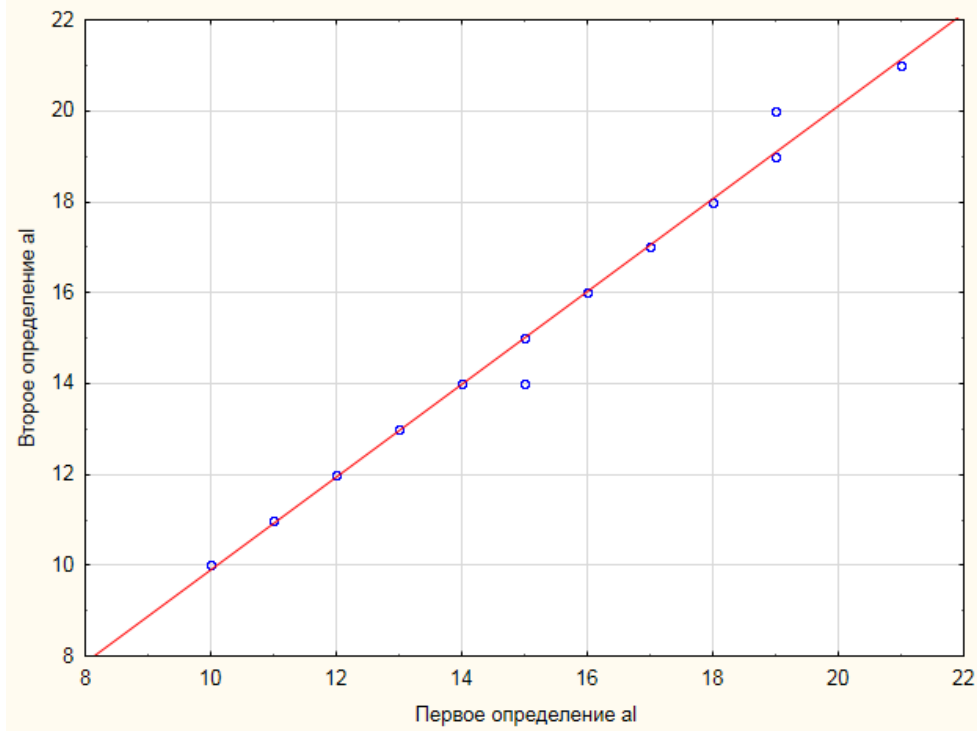


Рисунок 5.8. – А) график корреляционной зависимости скоростного показателя e1; Б) надежность показателя e1 при повторном измерении одним исследователем (метод Бланда–Альтмана)

А)



Б)

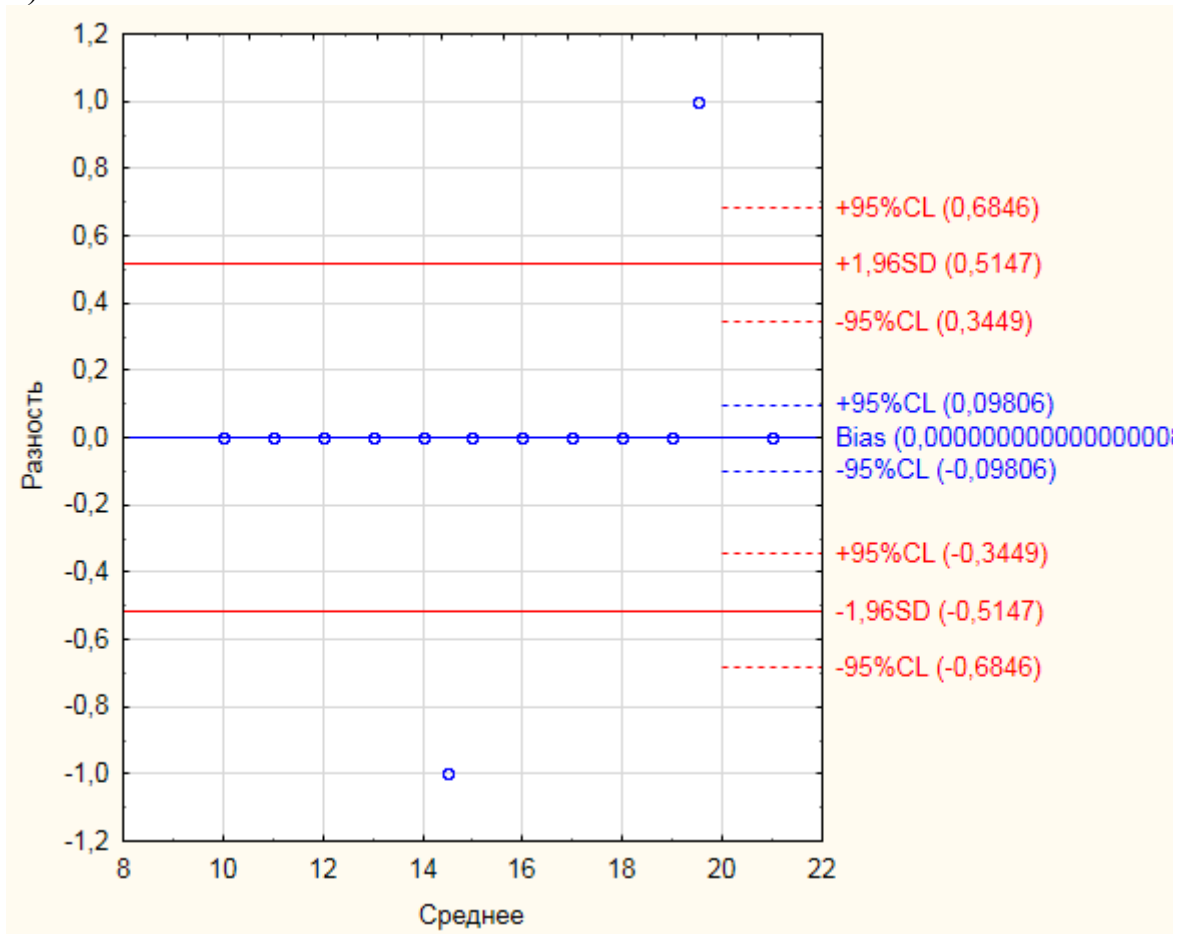
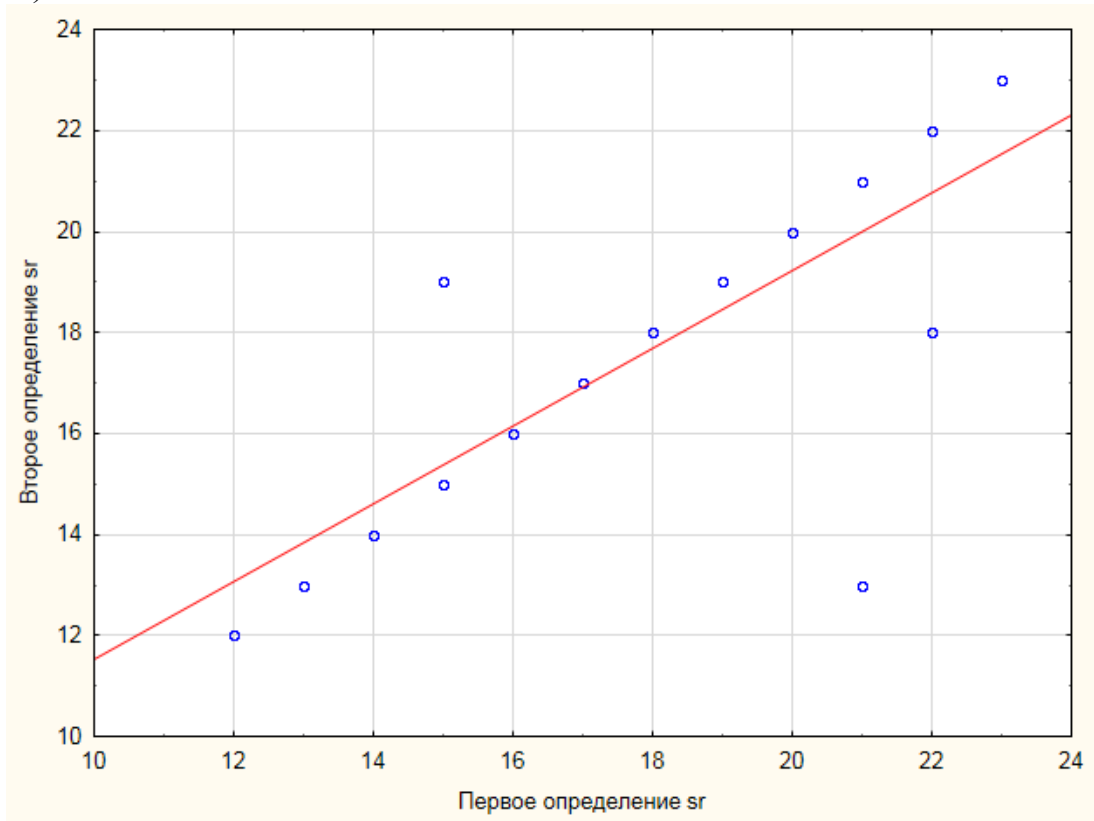


Рисунок 5.9. А) график корреляционной зависимости скоростного показателя a1; Б) надежность показателя a1 при повторном измерении одним исследователем (метод Бланда–Альтмана)

А)



Б)

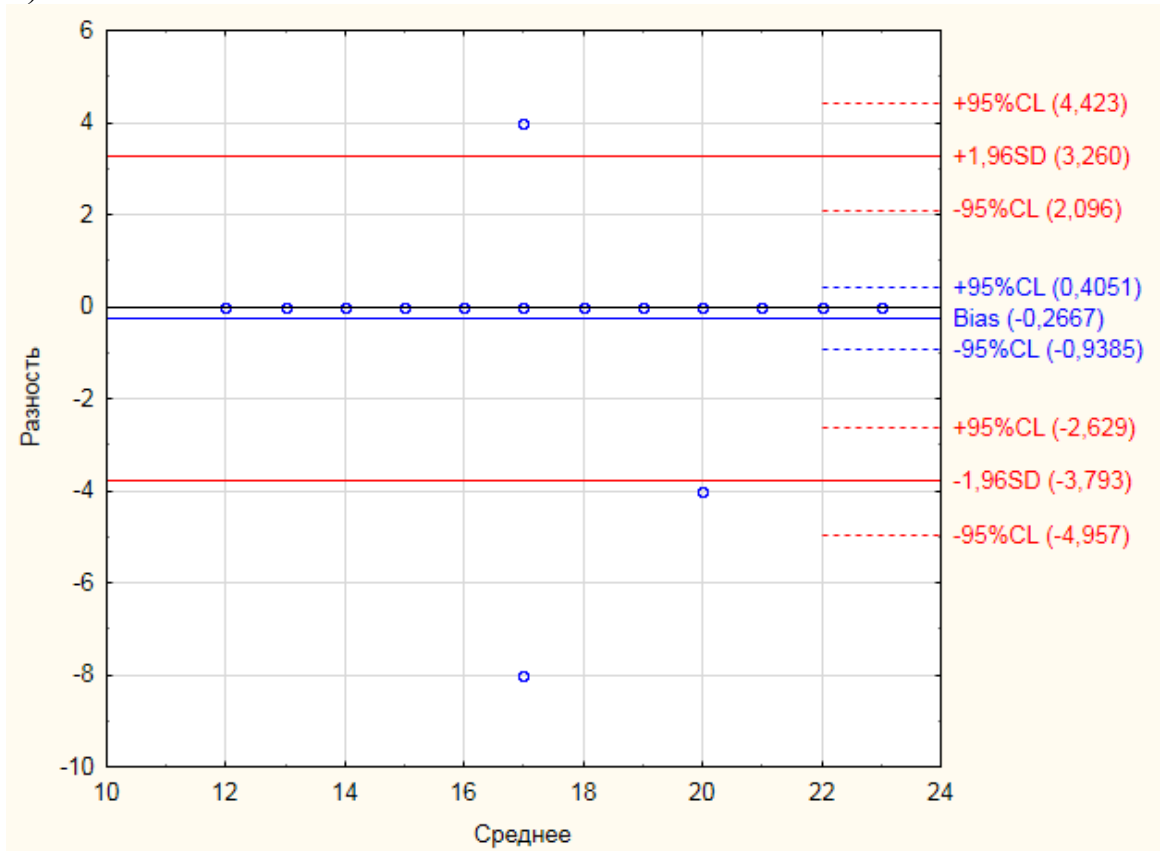
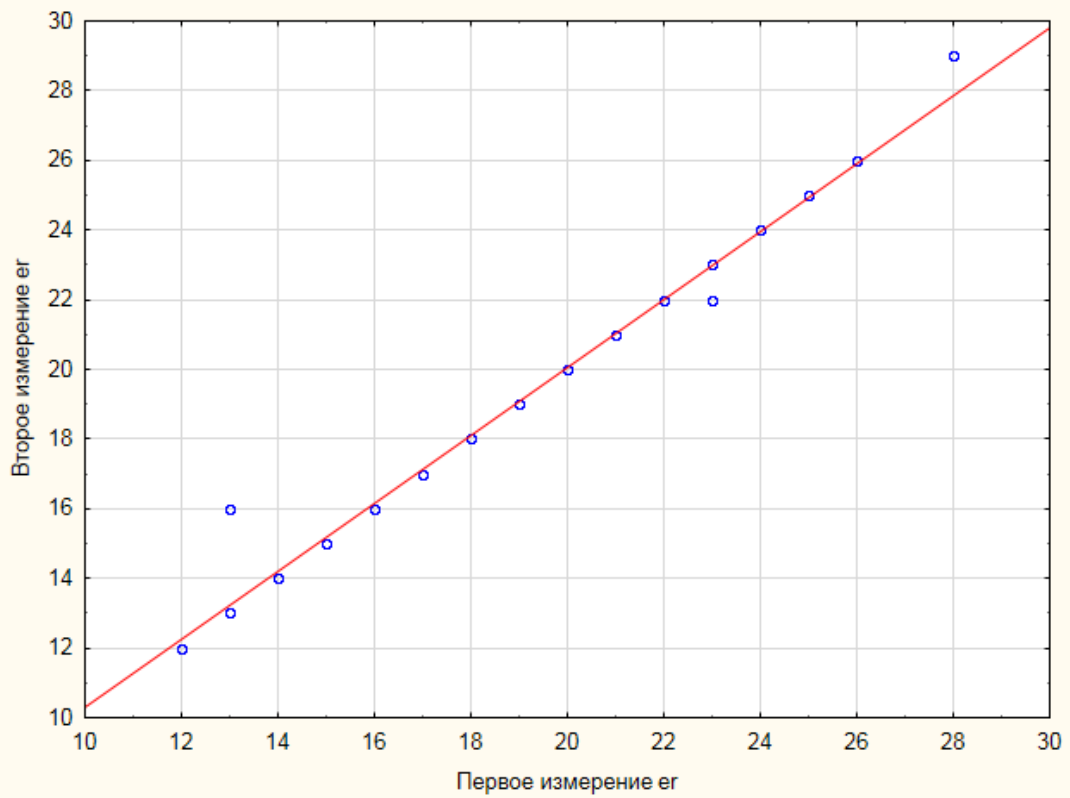


Рисунок 5.10. – А) график корреляционной зависимости скоростного показателя sr; Б) надежность показателя sr при повторном измерении одним исследователем (метод Бланда–Альтмана)

А)



Б)

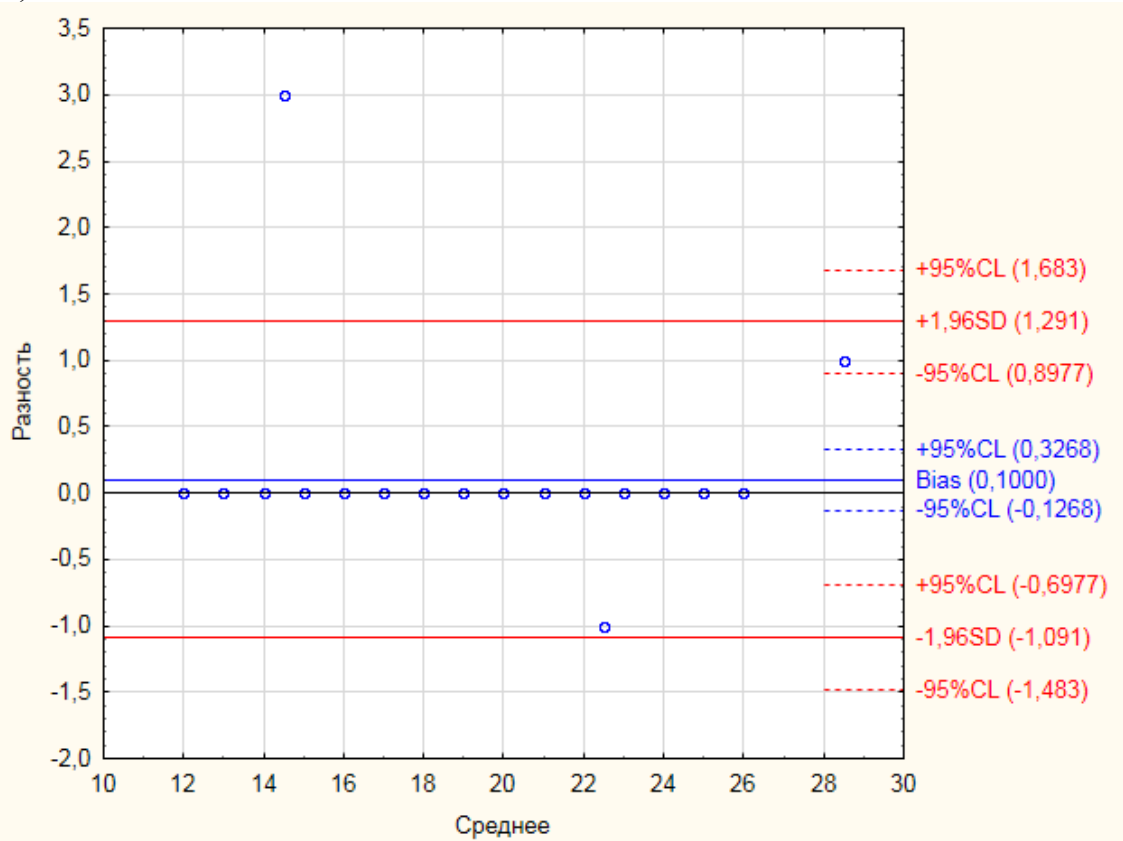
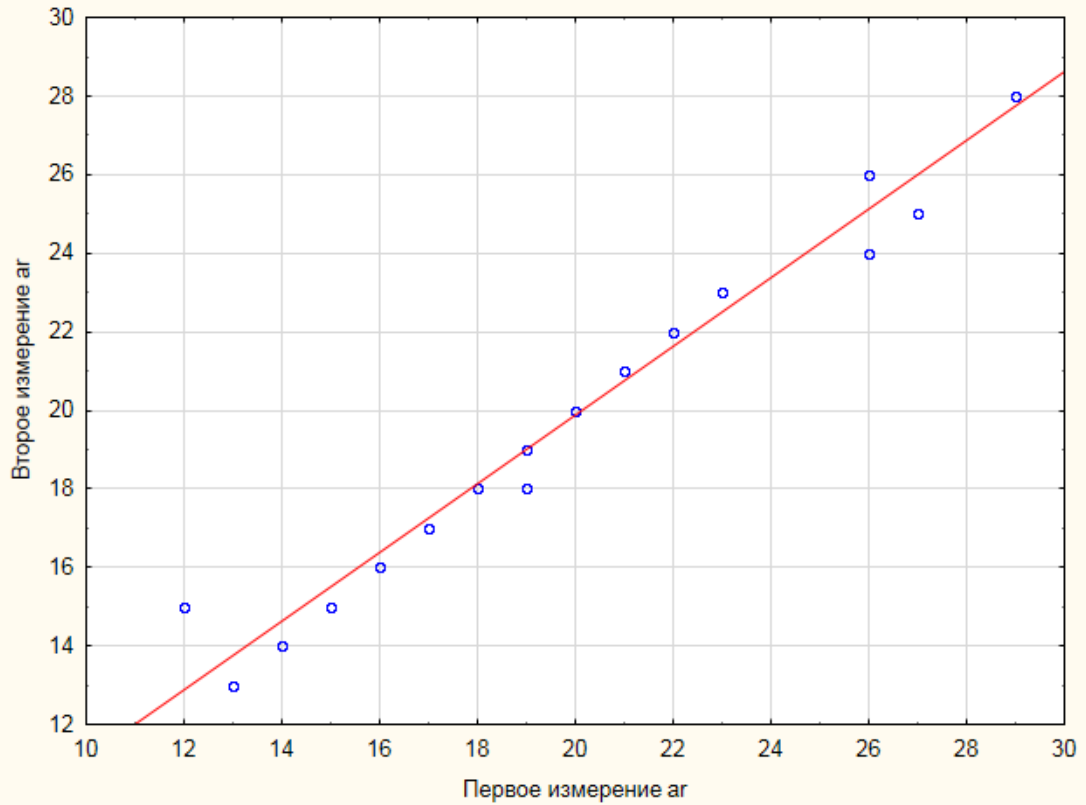


Рисунок 5.11.–А) график корреляционной зависимости скоростного показателя ег; Б) надежность показателя ег при повторном измерении одним исследователем (метод Бланда–Альтмана)

А)



Б)

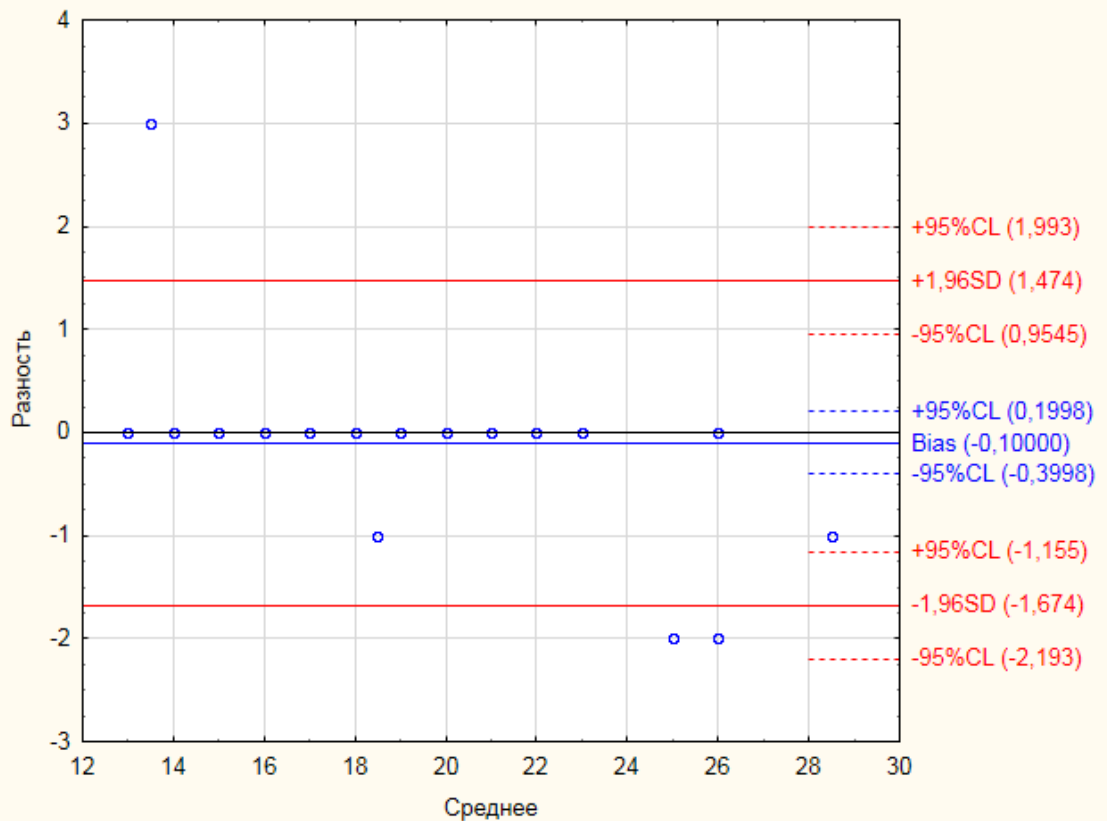


Рисунок 5.12. - А) график корреляционной зависимости скоростного показателя аг; Б) надежность показателя аг при повторном измерении одним исследователем (метод Бланда–Альтмана)

Таким образом, при повторных измерениях, выполненных одним врачом для оценки уровня надежности разработанных нами скоростных показателей, установили высокое значение изучаемого параметра.

5. 2 Оценка воспроизводимости показателя sl, el, al и sr, er, ar при повторных измерениях двумя операторами

После проведенного анализа воспроизводимости скоростных показателей sl, el, al и sr, er, ar при повторных измерениях одним исследователем закономерно был проведен и второй этап исследования – оценка надежности новых показателей при повторных измерениях двумя исследователями. Данные распределения значений скоростных показателей во всех случаях носили нормальный характер распределения. Для примера на рисунке 5.13 и 5.14 представлены данные по двум показателям – sl и sr. В связи с этим мы использовали линейный регрессионный анализ для определения силы связей между двумя измерениями.

Проведена оценка уровня выполняемости скоростных показателей sl, el, al и sr, er, ar при измерении двумя исследователями.

Графические данные по показателю sl при измерении двумя врачами представлены на рисунке 5.15. Результаты корреляционного анализа с оценкой силы связи между двумя измерениями оказались следующими: корреляционное уравнение $y = 1,84 + 0,88x$, коэффициент детерминации $R^2 = 0,95$, достоверность коэффициента детерминации $p < 0,00001$. Значение показателя R^2 является высоким. При оценке графических данных, полученных с помощью метода Бланда–Альтмана, установлено, что все значения попали (расположились) в зону двух SD, что говорит о хорошей воспроизводимости.

Подобным образом анализ выполнен по показателю el. Графоаналитические показатели для измерений, выполненных двумя операторами, представлены на рисунке 5.16. В таком случае корреляционное уравнение: $y = 0,5 + 0,97x$, коэффициент детерминации $R^2 = 0,98$, $p < 0,00001$. Метод Бланда–Альтмана: всего один показатель (3,3%) вышел за пределы 2 SD.

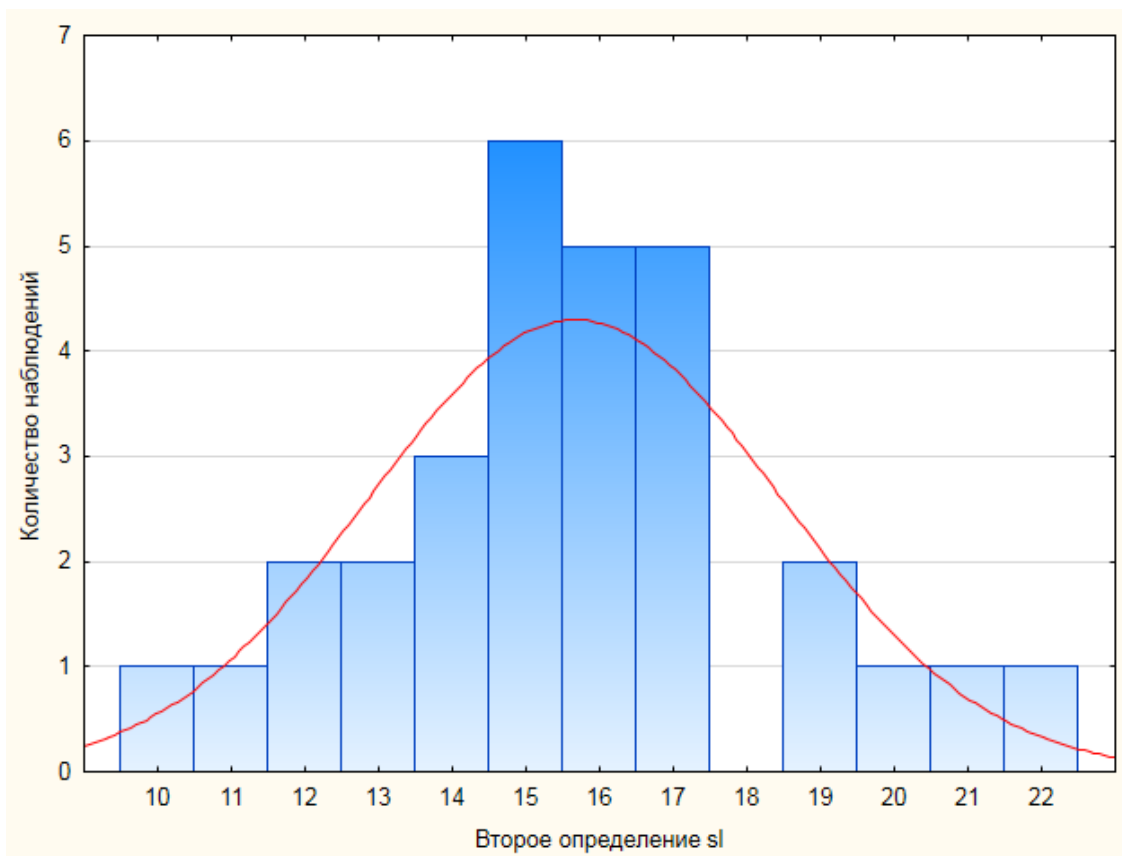
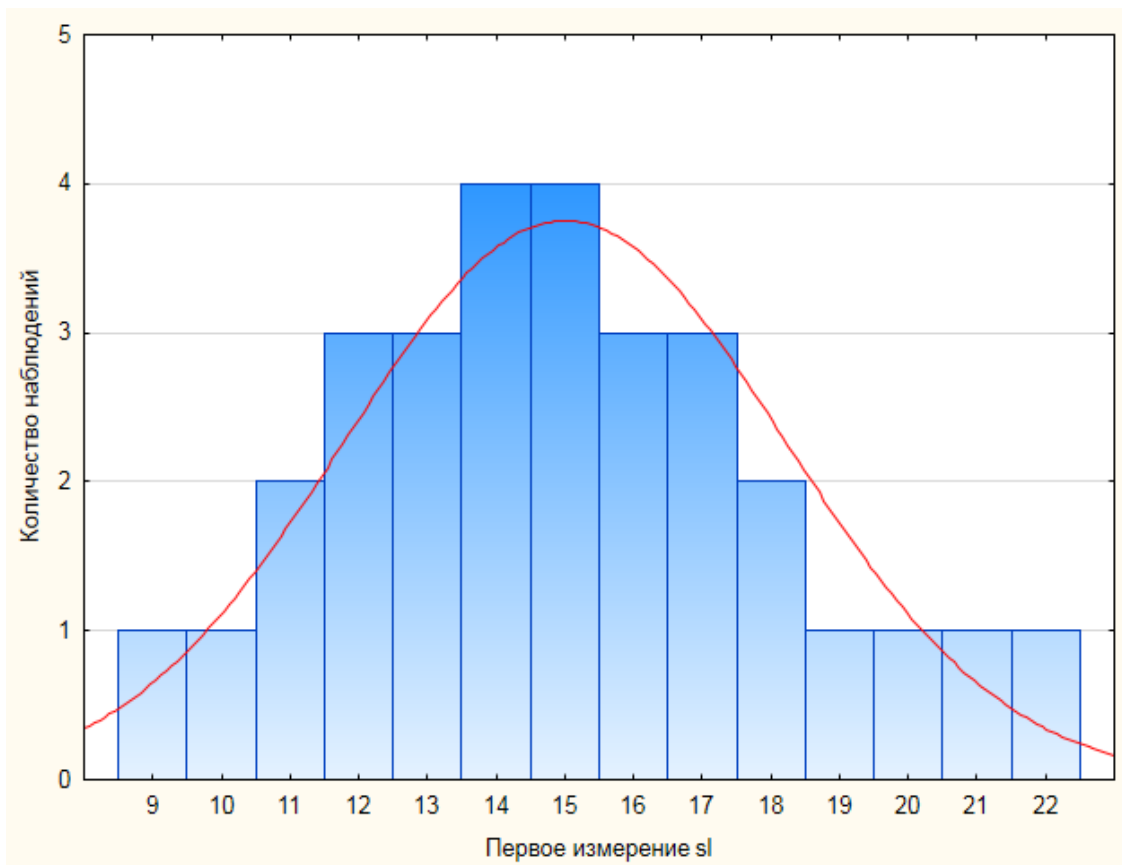


Рисунок 5.13.– Распределение величин показателя sl среди 30 первых пациентов (вверху 1-е измерение, 1-й исследователь, внизу 2-е измерение, 2-й исследователь)

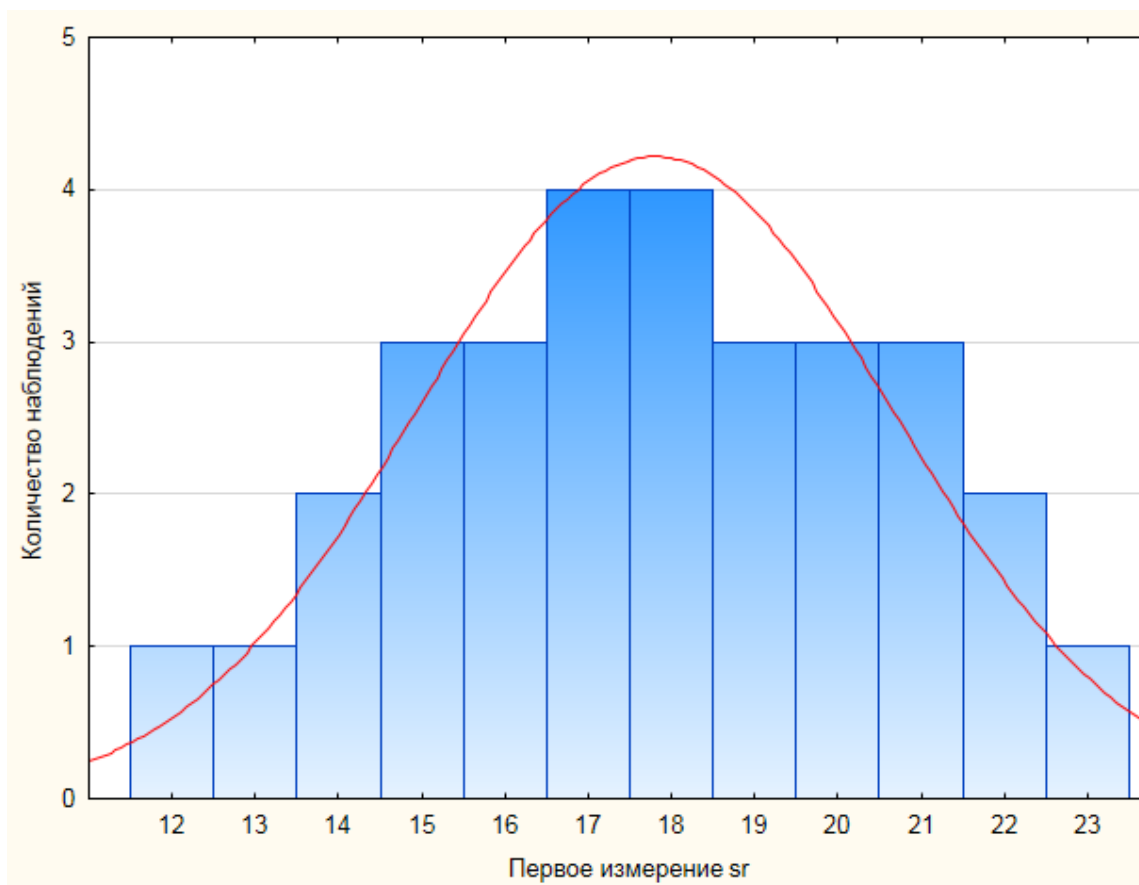


Рисунок 5.14. Распределение величин показателя sr среди 30 первых пациентов (вверху 1-е измерение, 1-й исследователь, внизу 2-е измерение, 2-й исследователь)

Графоаналитические данные по показателю al при измерении двумя операторами показаны на рисунке 5.17. В этом случае корреляционное уравнение: $y = 3,84 + 0,82x$, коэффициент детерминации $R^2 = 0,84$, $p < 0,00001$. Метод Бланда–Альтмана: всего один показатель (3,3%) вышел за пределы 2 SD.

Аналогичным образом проанализировали показатели sr, er, ar.

Графоаналитические данные по показателю sr при измерении двумя операторами показаны на рисунке 5.18. Результаты корреляционного анализа с оценкой силы связи между двумя измерениями оказались следующими: корреляционное уравнение $y = 2,79 + 0,84x$, коэффициент детерминации $R^2 = 0,79$, достоверность коэффициента детерминации $p < 0,00001$. При анализе

графических данных, полученных с помощью метода Бланда–Альтмана, выявлено, что показатели не вышли за пределы.

Графоаналитические данные по показателю *eg* при измерении двумя операторами изображены на рисунке 5.19. Корреляционное уравнение: $y = 4,09 + 0,78x$, коэффициент детерминации $R^2 = 0,81$, $p < 0,00001$. При анализе графических данных, полученных с помощью метода Бланда–Альтмана, выявлено, что показатели не вышли за пределы.

Графоаналитические данные по показателю *ag* при измерении двумя операторами изображены на рисунке 5.20. В этом случае корреляционное уравнение: $y = 1,29 + 0,92x$, коэффициент детерминации $R^2 = 0,84$, $p < 0,00001$. Метод Бланда–Альтмана: всего один показатель (3,3%) вышел за пределы 2 SD.

А)

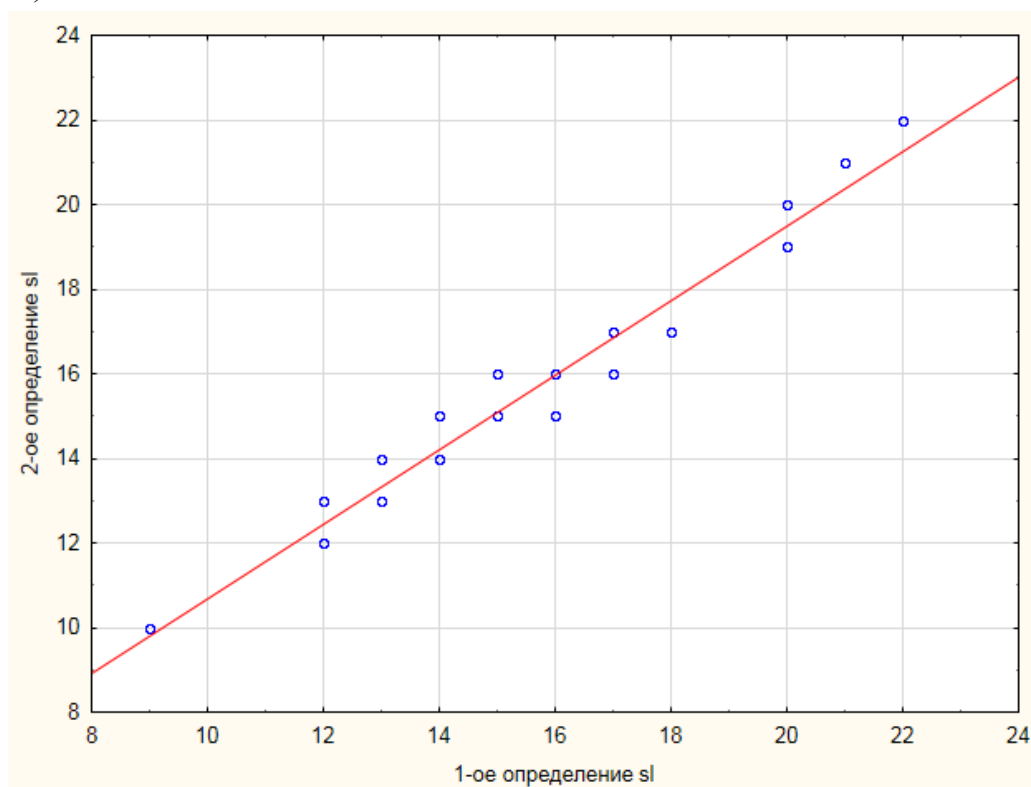


Рисунок 5.15 - А) – график корреляции двух измерений скоростного показателя *sl*, выполненных двумя исследователями

Б)

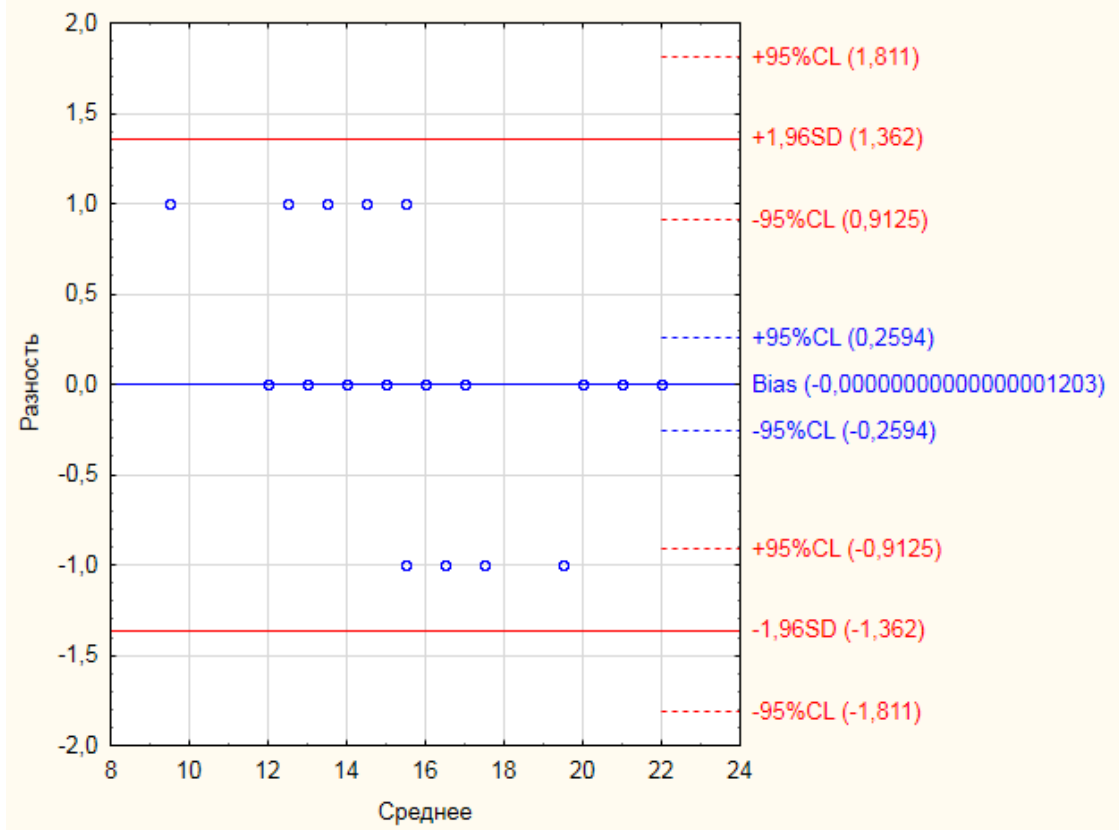
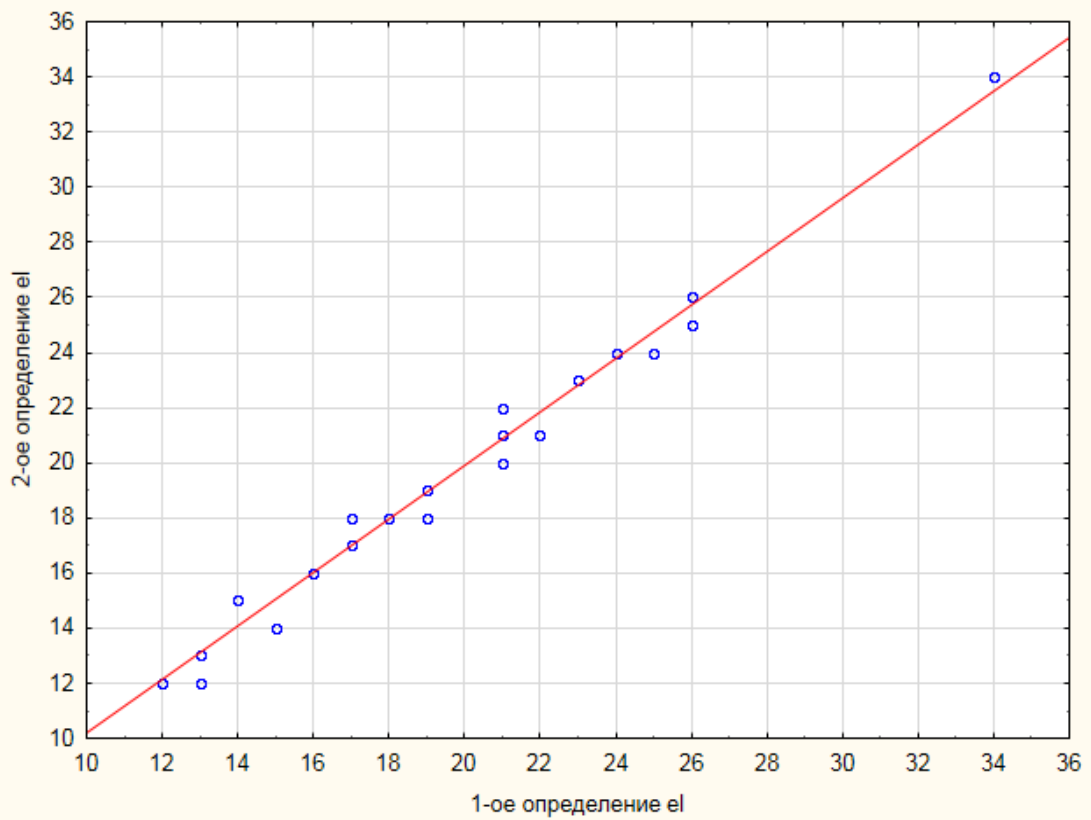


Рисунок 5.15.- Б) воспроизводимость показателя sl при повторном измерении вторым исследователем (метод Бланда–Альтмана)

А)



Б)

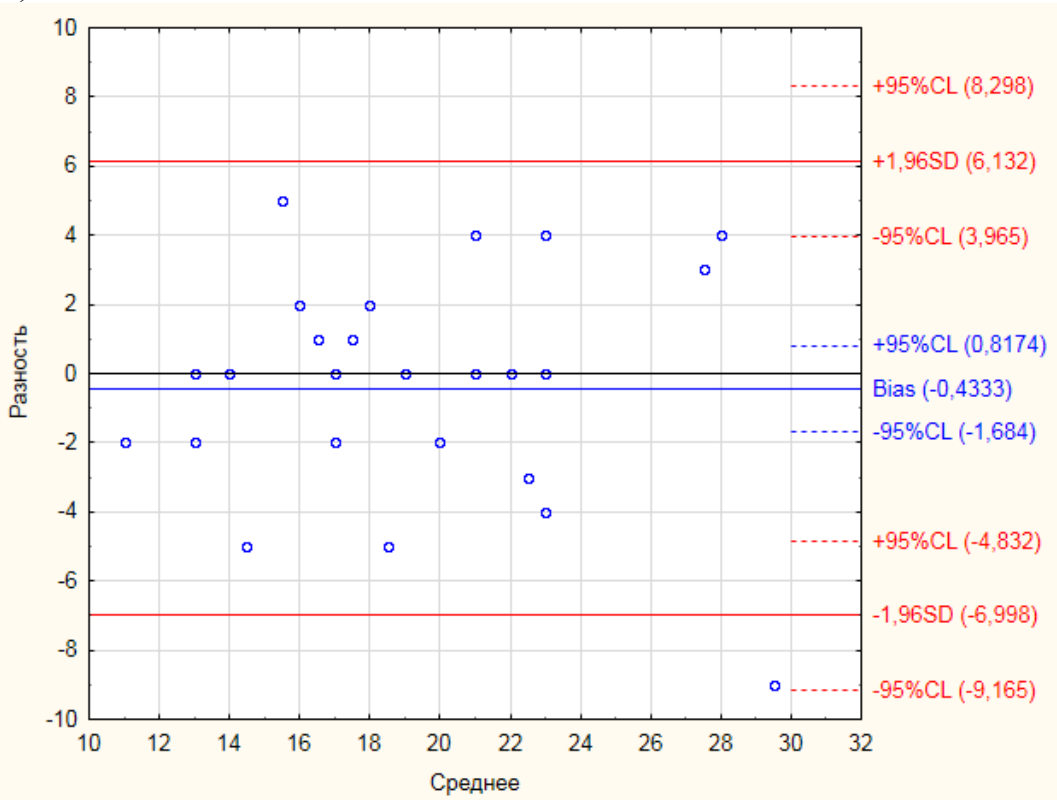
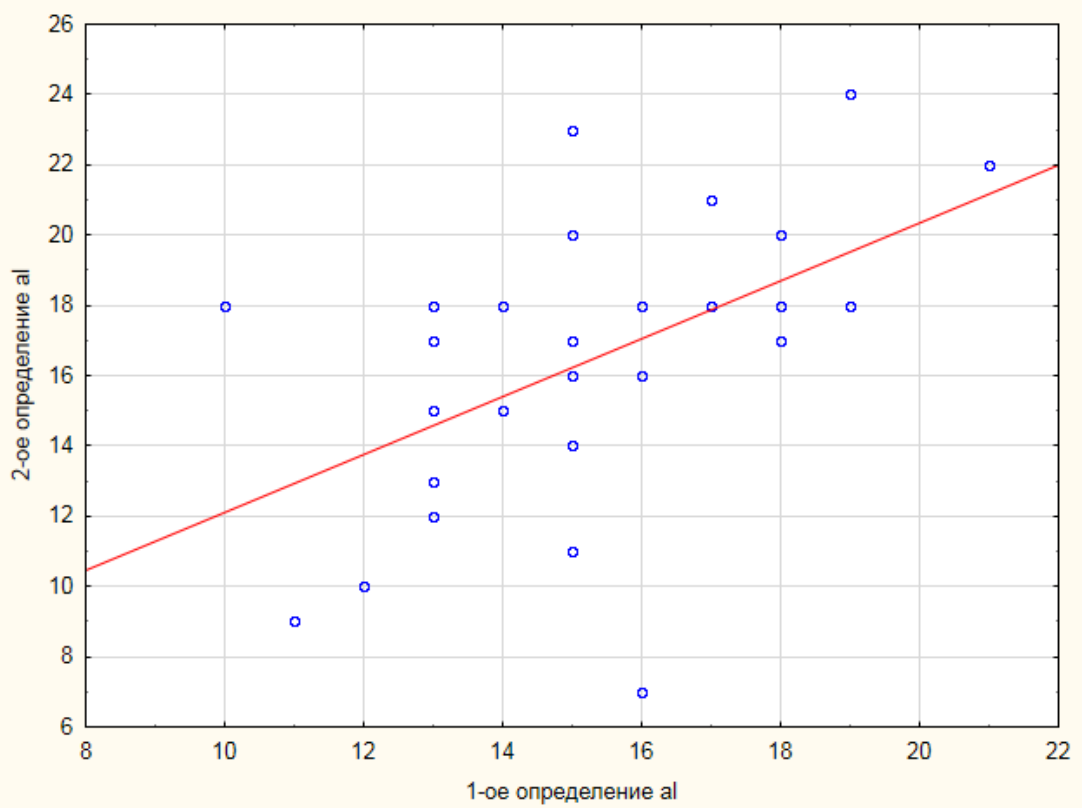


Рисунок 5.16.- А) график корреляции двух измерений скоростного показателя e_1 , выполненных двумя исследователями; Б) воспроизводимость показателя e_1 при повторном измерении вторым исследователем (метод Бланда–Альтмана)

А)



Б)

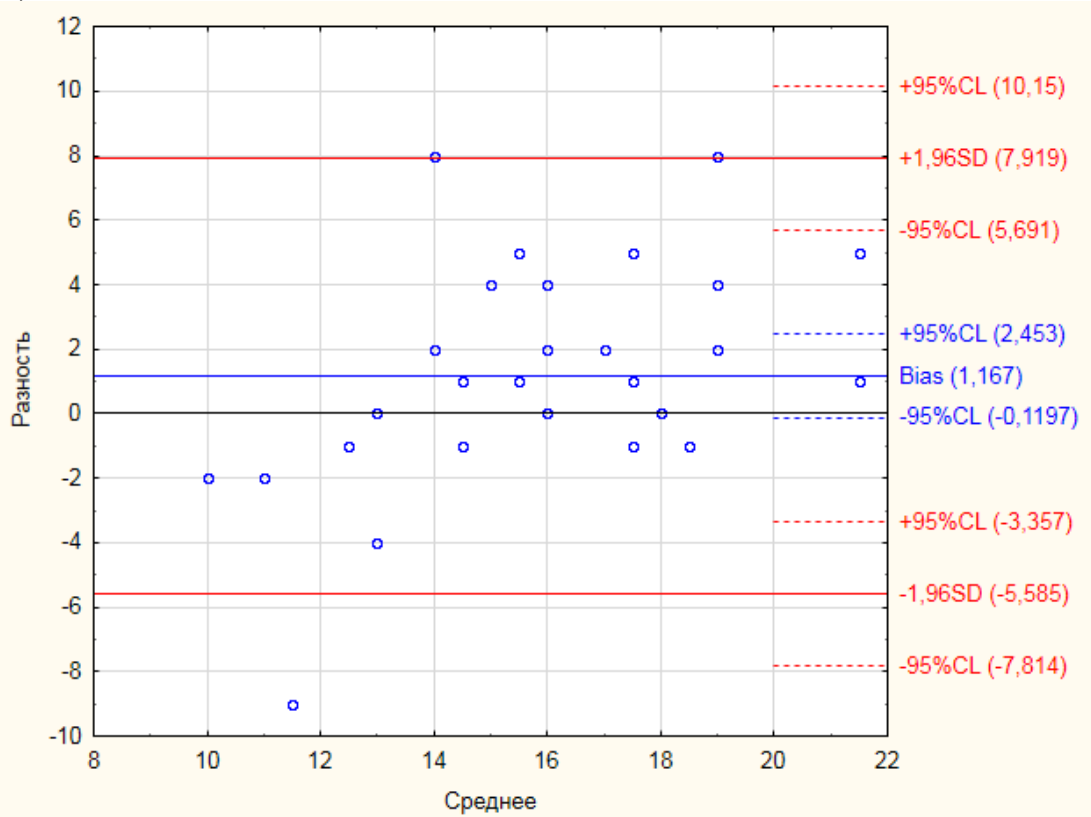
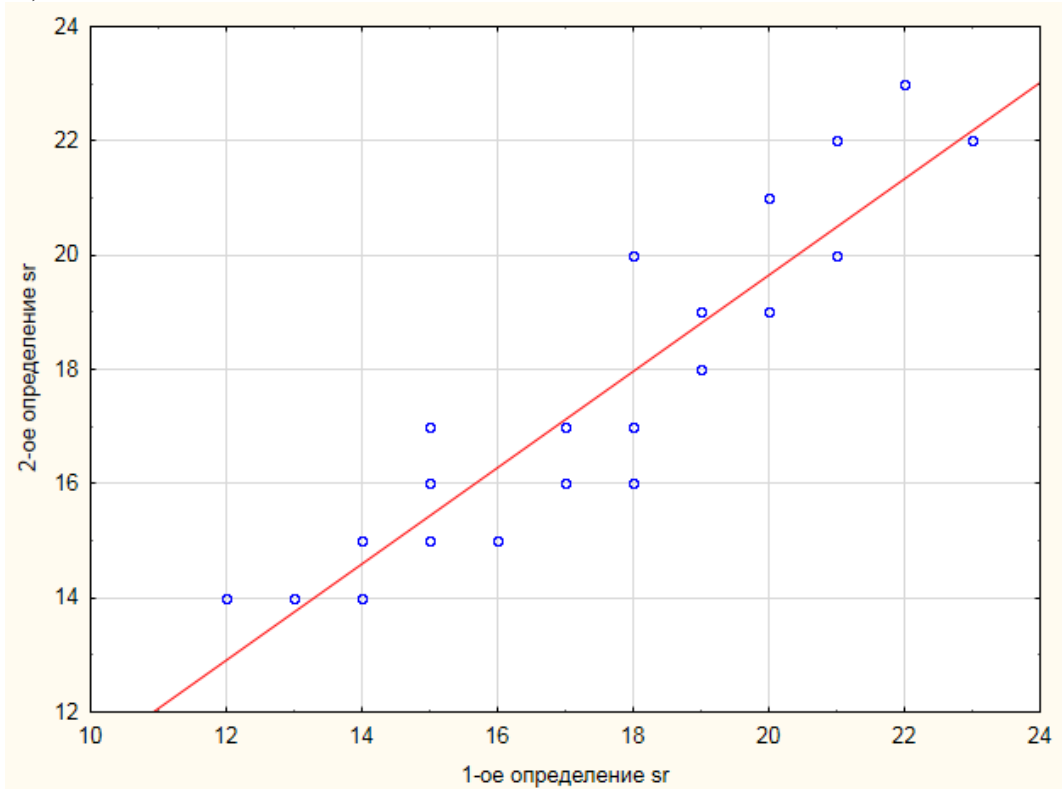


Рисунок 5.17.- А) график корреляции двух измерений скоростного показателя a1, выполненных двумя исследователями; Б) воспроизводимость показателя a1 при повторном измерении вторым исследователем (метод Бланда–Альтмана)

А)



Б)

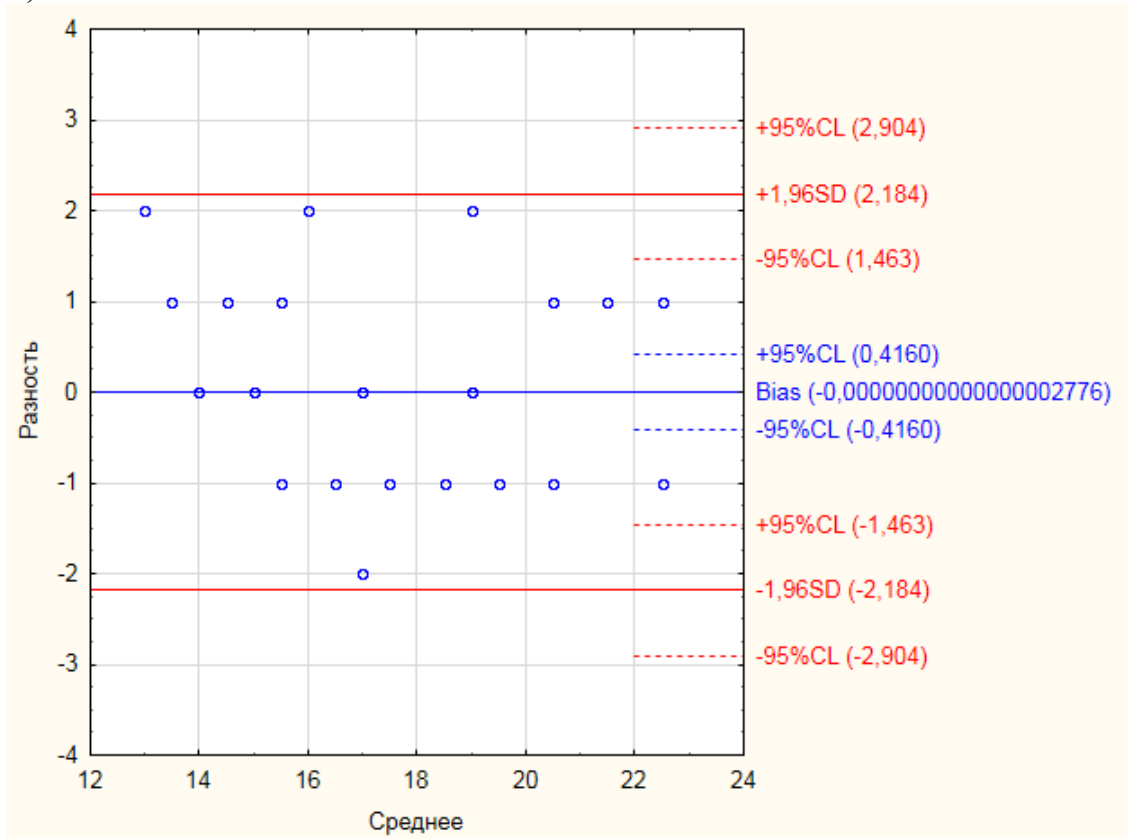
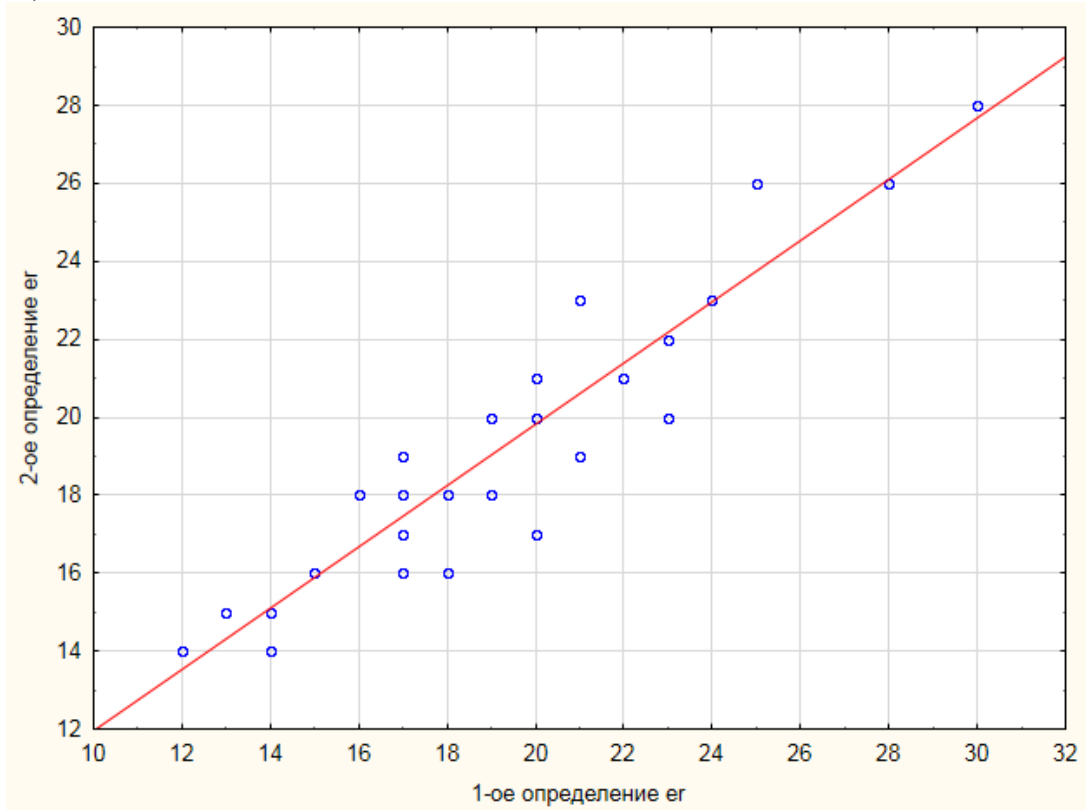


Рисунок 5.18.- А) график корреляции двух измерений скоростного показателя *sr*, выполненных двумя исследователями; Б) воспроизводимость показателя *sr* при повторном измерении вторым исследователем (метод Бланда–Альтмана)

А)



Б)

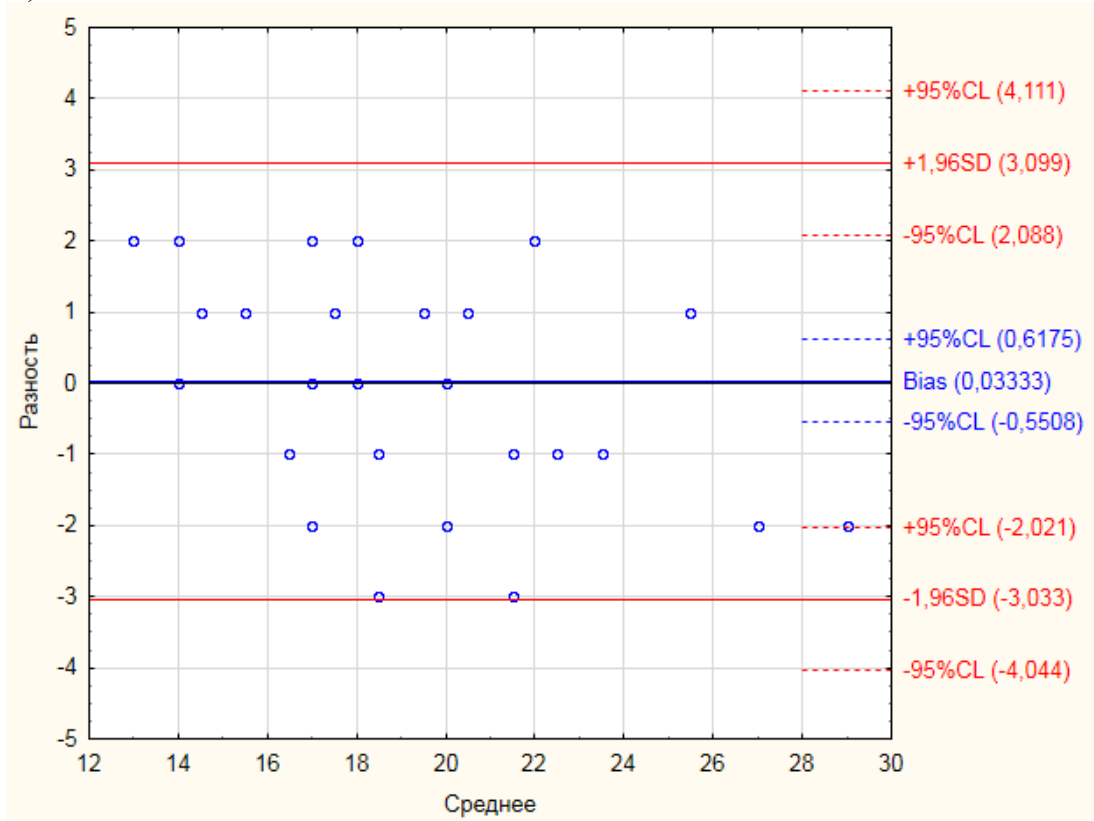
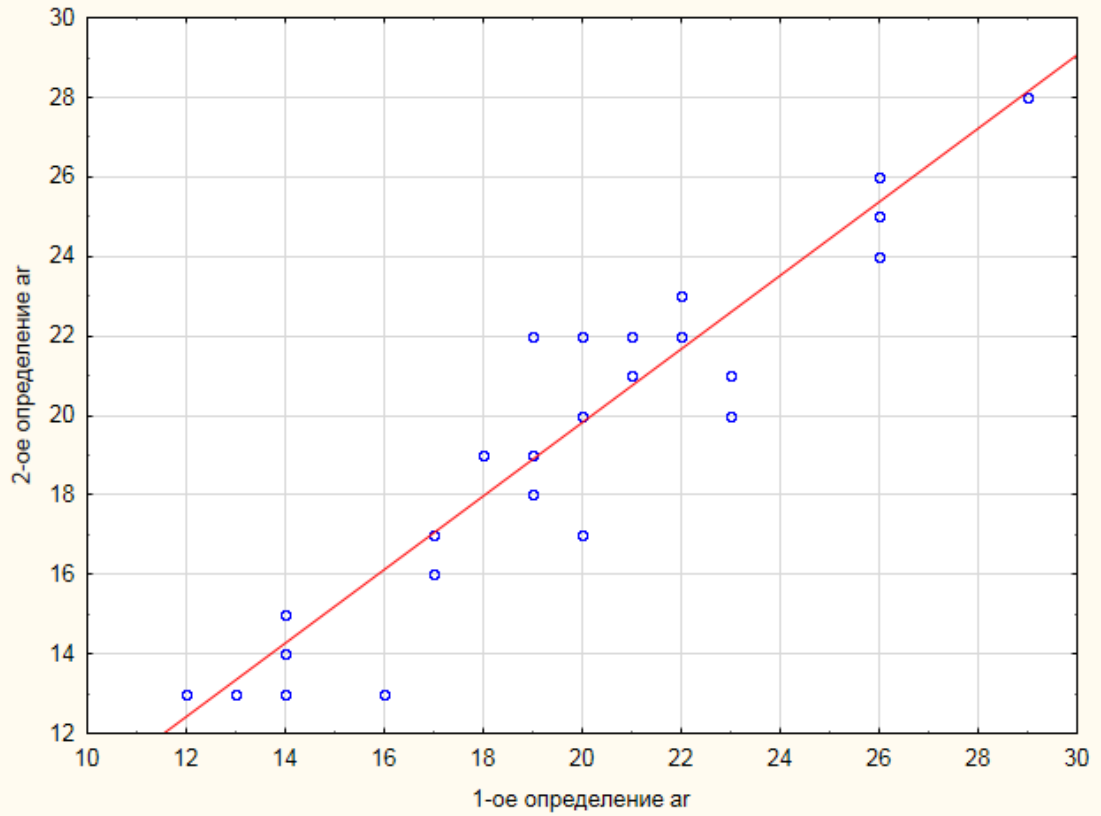


Рисунок 5.19.- А) график корреляции двух измерений скоростного показателя eg, выполненных двумя исследователями; Б) воспроизводимость показателя eg при повторном измерении вторым исследователем (метод Бланда–Альтмана)

А)



Б)

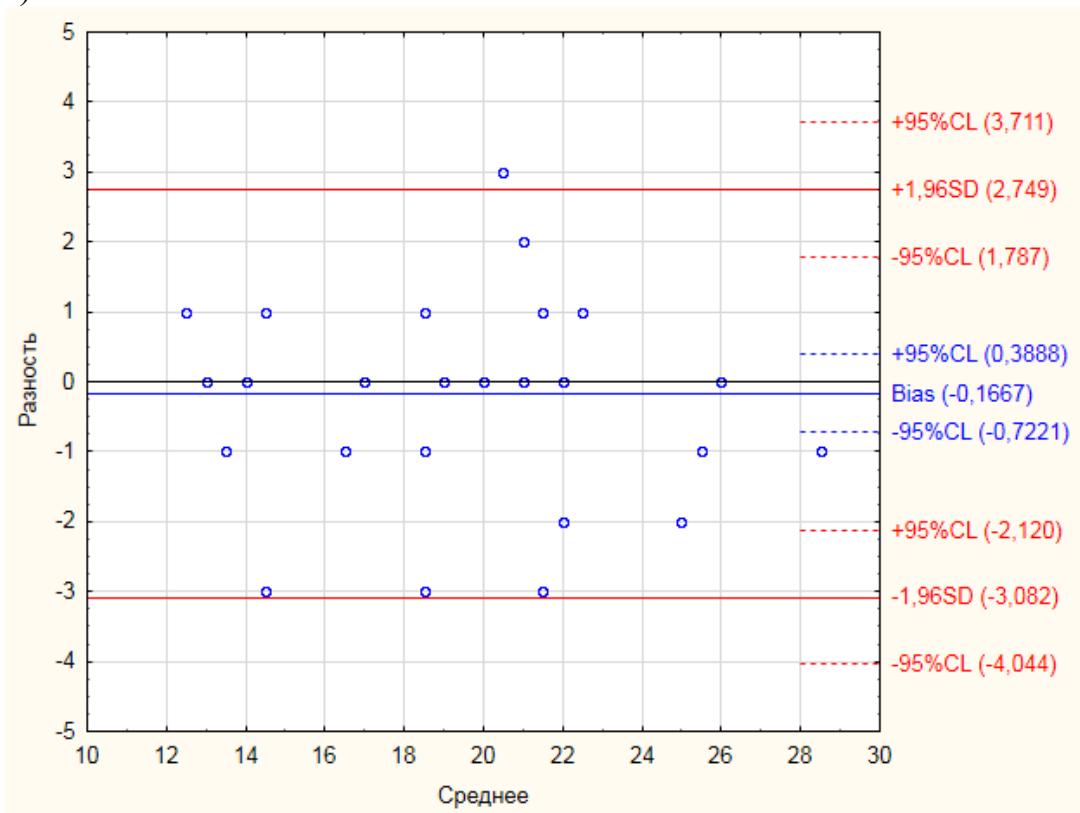


Рисунок 5.20.- А) график корреляции двух измерений скоростного показателя ag, выполненных двумя исследователями; Б) воспроизводимость показателя ag при повторном измерении вторым исследователем (метод Бланда–Альтмана)

Таким образом, после проведенного анализа отчетливо видно, что уровень воспроизводимости новых доплерографических показателей sl , el , al и sr , er , ar весьма высок. В связи с этим новые показатели могут быть рекомендованы для использования в практическом здравоохранении.

ГЛАВА 6. ХРОНОМЕТРАЖ ВЫПОЛНЕНИЯ НОВОЙ МЕТОДИКИ ВЫЯВЛЕНИЯ СИСТОЛИЧЕСКОЙ И ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ДИСФУНКЦИИ ЛЕВОГО И ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКОВ СЕРДЦА С ПОМОЩЬЮ ОБЫЧНОГО ИМПУЛЬСНОВОЛЬНОГО ДОППЛЕРА

В предыдущих главах нами было показано, что 1) разработанные нами доплерографические показатели спектрограммы обычного импульсноволнового доплера были гомологичны скоростным показателям тканевого доплера, но пики систолического и диастолического компонентов PWD выше ТД; 2) новые показатели обладают хорошим уровнем воспроизводимости.

Прежде чем рекомендовать новую методику к использованию в практическом здравоохранении, необходимо удостовериться, что продолжительность стандартного доплерэхокардиографического исследования существенно не увеличится при ее выполнении. В этой главе мы поставили задачу определить, насколько новая методика выявления систолической и диастолической функций желудочков сердца влияет на время проведения ДэхоКГ исследования.

При выполнении данного раздела нашего исследования были учтены следующие обстоятельства. Получение данных с помощью тканевого доплера включает в себя 5 компонентов: а) смена режима обычного доплера на тканевой; б) выбор режима импульсноволнового тканевого доплера; в) запись спектрограммы движения фиброзного кольца; г) измерение пиковых скоростей s' , e' и a' ; д) расчет отношения e'/a' . Определение же новых показателей s , e и a включает в себя на два компонента меньше: а) запись спектрограммы, полученной с латеральных краев атриовентрикулярных клапанов; б) измерение пиковой скорости s , e и a ; в) расчет отношения e/a .

Для проведения хронометража изучены те же 30 пациентов (средний возраст $43,6 \pm 12,3$ лет, женщин 13), описанных в предыдущей главе. Для оп-

ределения времени (Δt) выполнения исследования использован электронный секундомер.

В результате проделанной работы обнаружено, что значение Δt колебалось между 55 и 91 с (характер распределения показан на рисунке 6.1), а среднее значение Δt составило $74,9 \pm 9,4$ с. Согласно приказу Министерства здравоохранения РФ от 02.08.1991 г. № 132 (Приложение № 22), для проведения доплерэхокардиографического исследования предоставляется 6 условных единиц. Одна условная единица равна 10 минутам. Следовательно, продолжительность стандартного ДэхоКГ исследования составляет 60 мин (3600 с). А предложенный нами метод занимает по времени всего лишь $74,9 \pm 9,4$ с, что никак существенно не повлияет на удлинение исследования.

Кроме того следует учитывать и то обстоятельство, что если бы мы опирались на тканевой доплер при оценке систолической и диастолической дисфункций желудочков сердца, то время выполнения анализа было бы несколько больше, так как оно включает в себя два дополнительных компонента.

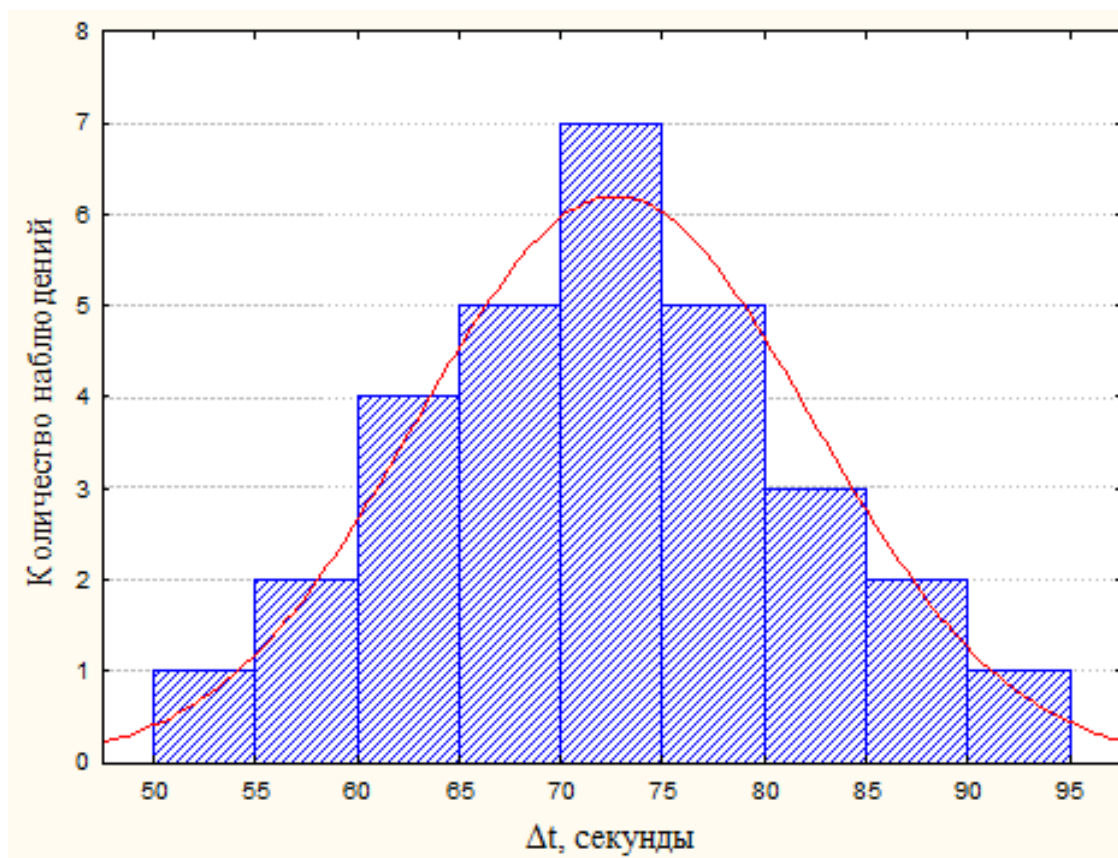


Рисунок 6.1.– Распределение величин показателя Δt среди 30 больных кардиальной патологией

Таким образом, продолжительность исследования, проведенного по разработанной нами методике оценки систолической и диастолической функций желудочков сердца с помощью обычной импульсволновой доплерографии, практически не увеличивается, по сравнению со стандартным исследованием. В связи с этим новая методика вполне приемлема к использованию в практическом здравоохранении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диагностика и лечение заболеваний сердечно-сосудистой системы является наиболее важной и сложной медико-социальной проблемой (Патент № 2532876). По данным Всемирной организации здравоохранения, кардиальная патология остается основной причиной смерти во всем мире: ни по какой другой причине ежегодно не умирает столько людей, сколько от сердечно-сосудистых заболеваний (Всемирная организация здравоохранения, 2015). Несмотря на успехи в развитии кардиологической службы, вопросы точной диагностики этих заболеваний остаются по-прежнему актуальными (Mada R., 2014).

Важное значение для практической медицины имеет ранняя диагностика заболеваний сердца и последующая медикаментозная терапия с проведением комплекса мероприятий, направленных на сохранение здоровья и предотвращение развития и прогрессирования негативных явлений (Mada R., 2014; Мирзоян Е.С. и соавт., 2015).

К сожалению, по данным литературы, выявление ранних признаков развития дисфункции миокарда проводится, как правило, несвоевременно (Нагаплев М.М., 2009). Это связано, во-первых, с отсутствием специфических жалоб, которая приводит к поздней обращаемости пациента за врачебной помощью, так как самочувствие остается относительно удовлетворительным, а во-вторых, – с малодоступностью для широкой диагностической практики эффективных методик выявления ранних стадий повреждения и дисфункции миокарда (Нагаплев М.М., 2009; Евтихова, Е.А., 2014). Значительные трудности своевременного распознавания нарушений функции миокарда и разноречивость интерпретации получаемой информации определяет повышенный процент ложноотрицательных ошибок, а в конечном итоге ухудшает прогноз нелеченых больных, многие из которых находятся в молодом и работоспособном возрасте. Это является

убедительным фактором социальной значимости рассматриваемой темы (Нагаплев М.М., 2009).

Известно, что эхокардиография – это универсальный, неинвазивный и доступный метод, который позволяет оценить строение и функцию сердца, а также исследовать гемодинамику (Рябова Т.Р. и соавт., 2014).

При ЭхоКГ-исследовании общепризнанным методом изучения сократимости миокарда является оценка фракции выброса по методикам Тейхольца, Симпсона (Мареев В.Ю. и соавт., 2013). Для оценки диастолической функции желудочков широко применяется доплерография трансмитрального и транстрикуспидального потоков (Неласов Н.Ю., 2010; Хамуев Я.Б., 2011; Татарина А.Ю. и соавт., 2013). Однако эти методики достаточно субъективны и не во всех случаях могут дать точную информацию.

Для повышения точности диагностического заключения в свое время была предложена методика тканевой доплерографии миокарда желудочков сердца (Алехин М.Н., 2010; Комиссарова С.М. и соавт., 2015). Тканевая доплерография миокарда – неинвазивный ультразвуковой метод исследования сердца, основанный на эффекте Допплера, позволяющий количественно оценить скорость движения миокарда и сердечных структур, а также временные характеристики кардиоцикла (Науменко Ж.К., Неклюдова Г.В., 2012; Саидова М.А. и соавт., 2015; Белевская А.А. и соавт., 2015).

Отличие тканевого доплера от обычного состоит в том, что исследуется движение ткани миокарда, а не внутрисердечных потоков. В отличие от кровотока движение миокарда характеризуется более низкой скоростью (около 5–20 мс/с), а отраженный от тканевых структур сигнал имеет высокую амплитуду (Алехин М.Н., 2012). Таким образом, тканевой доплер – это результат работы низкочастотного и высокоамплитудного фильтра, который позволяет исключить высокочастотные и низкоамплитудные сигналы от кровотока и вывести на экран сигналы, получаемые от движения ткани миокарда (Екимова Н.А. и соавт., 2013).

Существует целое семейство режимов ТД: цветовой двухмерный, цветовой одномерный, импульсноволновой режим и режимы постобработки – оценка деформации (strain), скорости деформации (strain rate), режимы тканевого следа (tissue tracking), тканевой синхронизации (tissue synchronization imaging) (Буховец Л.И., 2013; Mada R., 2014; Жук О.А., 2014; Аверина И.И. и соавт., 2015; Zareian M. и соавт., 2015). Но из-за простоты применения в настоящее время в клинической практике наибольшее распространение получил импульсноволновой тканевой доплеровский режим (Машина Т.В., Голухова Е.З., 2014). ТД в импульсноволновом режиме позволяет зарегистрировать скорость движения миокарда или сердечных структур в конкретной зоне интереса. Изменение скоростных показателей в течение кардиоцикла (при стандартном апикальном расположении датчика) регистрируется в виде волнообразной кривой, состоящей из положительно направленной систолической волны S (systolic) и двух отрицательно направленных диастолических волн, E' (early) и A' (atrial), которые соответствуют фазам раннего диастолического наполнения и систолы предсердий (Машина Т.В., Голухова Е.З., 2014).

Однако для диагностики сердечной патологии с помощью тканевого доплера недостаточно только датчика, также нужна специальная дорогостоящая программа для записи и обработки полученной информации. Но, к сожалению, далеко не все ультразвуковые сканеры в медицинских учреждениях России оснащены режимом ТД, и в перспективе улучшения ситуации не предвидится в связи со сложным экономическим положением. Поэтому, скорее всего, диагностические возможности DTI и в будущем будут оставаться «привилегией» только отдельных специализированных лечебных учреждений.

В связи с этим проблема разработки простых, доступных для практического здравоохранения, но эффективных ДэхоКГ методов диагностики, позволяющих точно диагностировать степень тяжести нарушения функции миокарда, по-прежнему остается актуальной. Это и послужило толчком для на-

чала нашего исследования. В своем исследовании мы решили разработать простую доплерографическую методику, которая бы эффективно заменила малодоступную в повседневной практике врача методику тканевой доплерографии в оценке функции желудочков сердца. Проведение исследования было спланировано в несколько этапов.

Для решения поставленных задач было обследовано 156 человек (мужчин 77). Средний возраст обследованных составил $53,4 \pm 14,6$ лет, практически здоровых лиц – 65, пациентов с патологией сердечно-сосудистой системы – 91 человек. Основные методики, использованные в диссертационном исследовании, – эхокардиографический В-режим, обычная импульсноволновая ДэхоКГ и спектральная тканевая доплерография.

На первом этапе исследования мы зарегистрировали скоростные показатели движения фиброзных колец атриовентрикулярных клапанов с помощью обычной импульсноволновой доплерографии при апикальном расположении датчика и размещении контрольного объема в области их латерального края. В группе практически здоровых лиц с использованием методики ANOVA были разработаны нормативные значения скоростных показателей систолического (sl, sr), раннего (el, er) и позднего (al, ar) диастолического наполнения ЛЖ и ПЖ с учетом влияния пола и возраста. Проанализировав полученные данные, мы установили: возраст не влияет на показатель систолического компонента ЛЖ и ПЖ, это соответствует литературным данным о том, что эхопоказатели, описывающие систолическую функцию левого и правого желудочков, мало зависят от возраста (Nagueh S.F. и соавт., 2011). Также мы обнаружили, что возраст влияет на показатели el, al и er, ar. Это связано с тем, что с возрастом происходит постепенное снижение скорости расслабления миокарда, а также эластического притяжения, что приводит к более медленному снижению давления в желудочках. Наполнение их становится более медленным, что способствует развитию картины, сходной с диастолической дисфункцией. Это соответствует литературным данным о том, что эхопоказатели,

описывающие диастолическую функцию желудочков, зависят от возраста пациента (Терещенко С.Н. и соавт., 2013). Одновременно с этим мы обнаружили, что гендерный фактор влияет только на показатель sl . Вероятно, бóльшая скорость движения миокарда левого желудочка в систолу у мужчин обусловлена анатомическими и физиологическими различиями мужского и женского организмов (Мирзоян Е.С. и соавт., 2015).

На втором этапе исследования, проведя корреляционный анализ, мы установили, что скоростные значения гомологичных систолических и диастолических компонентов тканевой и обычной спектрограмм, записанных от латеральных краев фиброзных колец митрального и трикуспидального клапанов, имеют сильную взаимосвязь (таблица 2).

Таблица 2. – Корреляция между показателями тканевого доплера и обычного импульсноволнового доплера

Показатели	Коэффициент корреляции	Корреляционное уравнение	Уровень достоверности корреляционного уравнения	Коэффициент детерминации
sl и sl'	$r = 0,83$	$sl = 2,27 + 1,22 \times sl'$	$p < 0,00001$	$R^2 = 0,68$
sr и sr'	$r = 0,82$	$sr = 2,88 + 1,13 \times sr'$	$p < 0,00001$	$R^2 = 0,66$
el и el'	$r = 0,92$	$el = 3,58 + 1,10 \times el'$	$p < 0,00001$	$R^2 = 0,85$
er и er'	$r = 0,90$	$er = 3,21 + 1,08 \times er'$	$p < 0,00001$	$R^2 = 0,81$

Обнаружение сильных связей между систолическими (sl и sl' , sr и sr') и диастолическими (el и el' , er и er') компонентами обычной и тканевой спектрограмм позволило нам прийти к заключению, что скоростные показатели движения колец атриовентрикулярных клапанов, зарегистрированные с помощью обычной импульсноволновой доплерографии, могут быть использованы для диагностических целей точно так же, как и показатели тканевой доплерографии.

Далее нами были изучены средние значения систолических показателей (sl и sr) у лиц с отсутствием и с наличием систолической дисфункции левого и правого желудочков, соответственно.

Исходные сведения о наличии систолической дисфункции желудочков сердца у пациента получали при комплексной оценке трех показателей для ЛЖ (ФВ, MAPSE, sl') и ПЖ (ФУ, TAPSE, sr'). На основании данных комплексной доплерэхокардиографии 156 пациентов разделили на две группы: пациенты без систолической дисфункции (I группа) и с наличием СД (II группа) желудочков сердца.

В результате проведенного анализа были получены следующие результаты (таблица 3).

Таблица 3. – Значение скоростного показателя систолического компонента спектральной доплерограммы у лиц с наличием и отсутствием систолической дисфункции желудочков сердца

Показатель	I группа (см/с)	II группа (см/с)	p (достоверность)
sl	15,8 ± 2,5	10,8 ± 2,2	p < 0,00001
sr	17,56 ± 2,71	12,10 ± 2,07	p < 0,00001

Данные представлены как M ± SD

Проанализировав характер распределения значений показателей sl и sr у лиц с систолической дисфункцией и без нее, используя методику характерологических кривых (ROC), мы определили значения ОПК для sl и sr, позволяющее наиболее точно выделить пациентов с нарушенной насосной способностью миокарда ЛЖ и ПЖ. Чувствительность, специфичность, диагностическая эффективность в разделении лиц с нарушенной и сохранной систолической функцией желудочков сердца представлены в таблице 4.

Таблица 4. – Показатели диагностической ценности у пациентов с нарушенной и сохранной систолической функцией желудочков сердца при использовании оптимально положительного критерия $sl \leq 13$ см/с, $sr \leq 14$ см/с.

ОПК	Чувствительность %	Специфичность %	Диагностическая эффективность %
$sl \leq 13$ см/с	82,8 (ложноотрицательных ответов 5)	81,9 (ложноположительных ответов 23)	82,1
$sr \leq 14$ см/с	90,0 (ложноотрицательных ответов 2)	91,2 (ложноположительных ответов 12)	91,0

Также, учитывая выявленную ранее зависимость величины sl от пола, мы изучили, как гендерный фактор влияет на величину ОПК. Полученные данные представлены в таблице 5.

На основании полученных данных было решено рекомендовать для диагностических целей использование разных значений ОПК для sl в зависимости от пола.

Таблица 5. – Показатели диагностической ценности при выявлении начальных проявлений систолической дисфункции левого желудочка в половом аспекте при использовании оптимально положительного критерия у мужчин $sl \leq 14$ см/с, у женщин $sl \leq 12$ см/с.

Пол	ОПК	Чувствительность %	Специфичность %	Диагностическая эффективность %
Мужчины	$sl \leq 14$ см/с	78,9 (ложноотрицательных ответов 4)	86,2 (ложноположительных ответов 8)	84,4
Женщины	$sl \leq 12$ см/с	90,0 (ложноотрицательных ответов 1)	88,4 (ложноположительных ответов 7)	89,8

Затем нами были изучены средние значения диастолических показателей (e_l , e_l/a_l и e_r , e_r/a_r) у лиц с отсутствием и с наличием диастолической дисфункции левого и правого желудочков, соответственно.

Исходные сведения о наличии диастолической дисфункции ЛЖ у обследованных получали, применяя диагностический алгоритм, рекомендуемый Американским обществом эхокардиографии (ASE) (Алехин М.Н., 2010), а для ПЖ – при комплексной оценке трех показателей (e_r/a_r , e_r/e_r' , e_r'). Применяя указанные критерии, все 156 лиц в каждом случае мы разделили на две группы: пациенты без диастолической дисфункции (I группа) и с наличием ДД (II группа) желудочков сердца. Проведенный анализ предложенных нами диастолических показателей выявил следующую картину (таблица 6).

Таблица 6. – Скоростные показатели диастолических компонентов спектральной доплерограммы у лиц с наличием и отсутствием диастолической дисфункции желудочков сердца

Показатель	I группа (см/с)	II группа (см/с)	p (достоверность)
e_l	$22,22 \pm 3,73$	$13,71 \pm 1,67$	$p < 0,00001$
e_l/a_l	$1,39 \pm 0,42$	$0,87 \pm 0,22$	$p < 0,00001$
e_r	$18,70 \pm 2,98$	$13,26 \pm 2,02$	$p < 0,00001$
e_r/a_r	$0,99 \pm 0,30$	$0,73 \pm 0,20$	$p = 0,001$

Данные представлены как $M \pm SD$

Оказалось, что группы существенно различались по величине показателей.

Проанализировав характер распределения значений показателей e_l и e_l/a_l , e_r и e_r/a_r у лиц с диастолической дисфункцией и без нее, используя методику характерологических кривых (ROC), мы определили значения ОПК для e_l и e_l/a_l , e_r и e_r/a_r , позволяющие наиболее точно выделить пациентов с нарушенной диастолической функцией левого и правого желудочков. Чувствительность, специфичность, диагностическая эффективность в разделении

лиц с нарушенной и сохранной диастолической функцией ЛЖ и ПЖ представлены в таблице 7.

Таблица 7. – Показатели диагностической ценности у пациентов с нарушенной и сохранной диастолической функцией желудочков сердца при использовании оптимально положительного критерия

ОПК	Чувствительность %	Специфичность %	Диагностическая эффективность %
$eI \leq 16 \text{ см/с}$	97,0 (ложноотрицательных ответов 2)	87,6 (ложноположительных ответов 11)	91,7
$eI/aI \leq 1,0$	85,1 (ложноотрицательных ответов 10)	71,9 (ложноположительных ответов 25)	77,6
$eI \leq 15 \text{ см/с}$	89,5 (ложноотрицательных ответов 6)	89,9 (ложноположительных ответов 10)	89,7
$eI/aI \leq 0,9$	77,2 (ложноотрицательных ответов 13)	50,5 (ложноположительных ответов 49)	60,3

Учитывая выявленную ранее зависимость величины eI от возраста, мы изучили, как данный фактор влияет на величину ОПК. Полученные данные представлены в таблице 8.

Таблица 8. – Влияние скоростного показателя движения кольца митрального клапана на величину оптимально положительного критерия в возрастном аспекте.

Возраст	ОПК см/с	Чувствительность %	Специфичность %	Диагностическая эффективность %
Младше 40 лет	ОПК ≤ 16	100,0 (ложноотрицательных ответов 0)	100,0 (ложноположительных ответов 0)	100,0
40–60 лет	ОПК ≤ 16	100,0 (ложноотрицательных ответов 0)	92,7 (ложноположительных ответов 3)	95,5
60 лет	ОПК ≤ 15	84,6 (ложноотрицательных ответов 6)	95,3 (ложноположительных ответов 1)	88,3

Учитывая относительно небольшое влияние возраста на величину ОПК по e_l для разделения лиц с ДД ЛЖ и без нее, мы сочли возможным рекомендовать в качестве универсального показателя величину ОПК $e_l \leq 16$ см/с.

Также, с учетом данных о том, что возраст оказывает существенное влияние на величину e_r у практически здоровых лиц, было изучено, как возраст влияет на величину ОПК. Полученные данные представлены в таблице 9.

Таблица 9. – Влияние скоростного показателя движения кольца трикуспидального клапана на величину оптимально положительного критерия в возрастном аспекте.

Возраст	ОПК см/с	Чувствительность %	Специфичность %	Диагностическая эффективность %
Младше 40 лет	ОПК ≤ 15	100,0 (ложноотрицательных ответов 0)	96,3 (ложноположительных ответов 1)	96,6
40–60 лет	ОПК ≤ 15	95,6 (ложноотрицательных ответов 1)	88,6 (ложноположительных ответов 5)	91,0
Старше 60 лет	ОПК ≤ 15	84,4 (ложноотрицательных ответов 5)	85,7 (ложноположительных ответов 4)	85,0

Как видно из таблицы 9, во всех возрастных подгруппах значение ОПК по показателю e_r оказывается одним и тем же: $e_r \leq 15$ см/с.

Далее нами был проведен отбор наиболее информативного показателя для оценки диастолической функции из двух проанализированных показателей для правого и левого желудочков сердца. При сравнении показателей Ч, С, и точности двух вариантов применения новой методики (показатели e_l и e_l/a_l , e_r и e_r/a_r) оказалось, что вторые варианты существенно уступают первым по информативности в выделении лиц с ДД ЛЖ и ПЖ (см. рисунки 4.13, 4.25 в главе 4). Поэтому дальнейший анализ показателей e_l/a_l и e_r/a_r в возрастном аспекте оказался просто ненужным.

Таким образом, нами установлено, что систолические показатели скорости движения левого и правого колец атриовентрикулярных клапанов (sl и sr, соответственно), зарегистрированные с помощью обычного импульсно-волнового доплера, могут быть с успехом применены для характеристики нагнетательной функции желудочков сердца, а ранние диастолические показатели скорости движения колец атриовентрикулярных клапанов (el и er) – для характеристики релаксационной функции.

На третьем этапе работы мы изучили параметры воспроизводимости новых показателей скорости систолического и диастолического компонентов левого и правого желудочков сердца. Во-первых, был проведен регрессионный анализ между двумя рядами значений, полученных при повторных измерениях одним и двумя врачами. Во-вторых, был применен графоаналитический метод Бланда–Альтмана. Для оценки надежности проанализировали данные 30 первых человек из числа исследуемого контингента (средний возраст $43,6 \pm 12,3$ лет, женщин 13). В ходе проведенного линейного регрессионного анализа выявили, что значения коэффициентов детерминации двух рядов значений показателей sl, el, al и sr, er, ar оказались достаточно высокими как для случаев с повторными измерениями, выполненными одним исследователем, так и для случаев с повторными измерениями, выполненными двумя врачами. При проведении анализа методом Бланда–Альтмана также получены вполне приемлемые показатели надежности при повторных измерениях одним и двумя операторами. Таким образом, проведенный анализ отчетливо продемонстрировал, что уровень воспроизводимости новых доплерографических показателей sl, el, al и sr, er, ar весьма высок. В связи с этим новые показатели могут быть рекомендованы для использования в практическом здравоохранении.

На четвертом этапе нашей работы было проанализировано, как новая методика обнаружения систолической и диастолической дисфункций желудочков сердца влияет на время проведения стандартного ДэхоКГ исследования. При выполнении данного раздела нашего исследования были

учтены следующие обстоятельства. Получение данных с помощью тканевого доплера включает в себя 5 компонентов: а) смена режима обычного доплера на тканевой; б) выбор режима импульсноволнового тканевого доплера; в) запись спектрограммы движения фиброзного кольца; г) измерение пиковых скоростей s' , e' и a' ; д) расчет отношения e'/a' . Определение же новых показателей s , e и a включает в себя на два компонента меньше: а) запись спектрограммы, полученной с латеральных краев атриовентрикулярных клапанов; б) измерение пиковой скорости s , e и a ; в) расчет отношения e/a . Для определения времени (Δt) выполнения исследования использован электронный секундомер. В результате проделанной работы обнаружено, что значение Δt колебалось между 55 и 91 с, а среднее значение Δt составило $74,9 \pm 9,4$ с. Выполнение предложенной нами методики занимает в среднем по времени всего лишь $74,9 \pm 9,4$ с, что никак существенно не может повлиять на удлинение исследования в целом. Кроме того следует учитывать и то обстоятельство, что если бы мы опирались на тканевой доплер при оценке систолической и диастолической дисфункции желудочков сердца, то время выполнения анализа было бы несколько больше, так как оно включало бы в себя два дополнительных компонента. Таким образом, продолжительность разработанной нами методики оценки систолической и диастолической функций желудочков сердца с помощью обычной импульсноволновой доплерографии практически не увеличивает время стандартного исследования.

В заключение хочется отметить, что новые скоростные показатели систолического и диастолического компонентов левого и правого желудочков сердца, полученные с помощью обычной импульсноволновой доплерографии, сохраняют высокие диагностические свойства показателей тканевой доплерографии. Разработанный нами метод регистрации весьма прост, основывается на обычной импульсноволновой доплерографии и не требует специальных программ. В связи с этим предложенный способ выявления систолической и диастолической

дисфункций с помощью обычной импульсволновой доплерографии может быть рекомендован для широкой диагностической практики.

ВЫВОДЫ

1. Разработаны с учетом возраста и пола нормативные скоростные значения систолических (sl и sr), ранних и поздних диастолических (el и al, er и ar) пиков движения левого и правого колец атриовентрикулярных клапанов, зарегистрированных при обычной импульсноволновой доплерографии.
2. Выявлен сильный характер связи пиков кривой тканевого доплера (sl', el', al' и sr', er', ar') и гомологичных компонентов обычного импульсноволнового доплера (sl, el, al и sr, er, ar) от колец атриовентрикулярных клапанов.
3. Определены оптимальные положительные критерии скоростных показателей спектрограмм, зарегистрированных от латеральных краев обоих атриовентрикулярных клапанов при стандартной импульсноволновой доплерографии, для наиболее точного выделения лиц с систолическими и диастолическими нарушениями функции левого и правого желудочков.
4. При сравнении диагностической значимости диастолических скоростных показателей спектрограмм (el и el/ar, er и er/ar) обнаружено, что показатели el/ar и er/ar существенно уступают показателям el и er в выделении лиц с диастолической дисфункцией ЛЖ и ПЖ.
5. Доказана высокая воспроизводимость предложенных нами скоростных показателей систолических, ранних и поздних диастолических пиков движения левого и правого колец атриовентрикулярных клапанов.
6. Оценка хронометража новой методики показала, что она существенно не влияет существенно на длительность стандартной ДэхоКТ.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Нормативные значения новых доплерографических показателей могут быть определены с помощью таблицы 1 (стр. 53).
2. С помощью разработанных доплерографических показателей можно выявить нарушения систолической функции. Так, при значении скоростного показателя sl у мужчин менее 14 см/с, у женщин менее 12 см/с диагностируется систолическая дисфункция левого желудочка. При величине доплерографического показателя sr менее 14 см/с определяется снижение нагнетательной функции правого желудочка сердца.
3. Используя новые величины, можно выявить нарушения диастолической функции. Так, при значении показателя $e1$ менее 16 см/с и er менее 15 см/с выявляется диастолическая дисфункция левого желудочка сердца и правого соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверина, И.И. Предикторы возникновения нарушений ритма сердца в послеоперационном периоде по данным тканевой доплер-эхокардиографии и метода отслеживания частиц (speckle tracking) у больных с приобретенными пороками сердца / И.И. Аверина, М.Ю. Мироненко, О.Н. Кислицина, О.Л. Бокерия // *Анналы аритмологии*. – 2015. – Т. 12. № 3. – С. 161-173.
2. Аверина, И.И. Предикторы возникновения сердечной недостаточности в послеоперационном периоде по данным эхокардиографии с тканевым доплером и метода отслеживания частиц (speckle tracking) у больных с приобретенными пороками сердца / И.И. Аверина, О.Л. Бокерия, М.Ю. Мироненко, О.Н. Кислицина // *Анналы аритмологии*. – 2015. – Т. 12. № 3. – С. 161-173.
3. Агеев, Ф.Т. Современная концепция диастолической сердечной недостаточности / Ф.Т. Агеев // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. – 2010. – Т. 9, № 7. – С. 97–104.
4. Айрапетян, Г.Г. Систолическое смещение трикуспидального кольца при остром нижнем инфаркте миокарда левого желудочка с элевацией сегмента ST: прогностическое значение и влияние на эргометрические параметры / Г.Г. Айрапетян, К.Г. Адамян // *Медицинская наука Армении НАН РА*. – 2011. – Т. LI. № 1. – С. 80-87.
5. Айрапетян, Г.Г. Суммарный индекс Tei обоих желудочков как маркер прогноза при остром инфаркте миокарда левого желудочка нижней локализации с элевацией сегмента ST / Г.Г. Айрапетян // *Медицинская наука Армении НАН РА*. – 2011. – Т. LI. № 2. – С. 91- 100.
6. Алехин, М.Н. Современные подходы к эхокардиографической оценке диастолической функции левого желудочка сердца / М.Н. Алехин, Б.А. Сидоренко // *Кардиология*. – 2010. – Т. 50, № 1. – С. 72–77.

7. Алехин, М.Н. Ультразвуковые методики оценки деформации миокарда и их клиническое значение. Клиническое значение показателей деформации и вращения миокарда (лекция 3) / М.Н. Алехин // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2012. – Т. 91, № 1. – С. 95–114.
8. Атьков, О.Ю. Ультразвуковое исследование сердца и сосудов / под ред. О.Ю. Атькова. – 2-е изд., доп. и расшир. – М.: Эксмо, 2015. – 456 с.
9. Бабуков, Р.М. Сравнение эхокардиографических методик Тейхольца и Симпсона в оценке систолической функции левого желудочка у больных ишемической болезнью сердца / Р.М. Бабуков, Ф.Л. Бартош // Лучевая диагностика и терапия. – 2015. – Т.6, №1. – С. 76-81.
10. Белевская, А.А. Возможности эхокардиографии в диагностике легочной гипертензии и оценке ремоделирования сердца / А.А. Белевская, З.Х. Дадачева, М.А. Саидова, Т.В. Мартынюк, И.Е. Чазова // Лечебное дело. – 2015. – №1. – С. 111-121.
11. Богданов, Д.В. Диастолическая дисфункция при гипертрофической необструктивной кардиомиопатии / Д.В. Богданов // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2014. – №9-10. – С. 15-20.
12. Бокерия, Л.А. Методика и оценка эффективности применения различных режимов эхокардиографии в рамках диссинхронии до и после имплантации ресинхронизирующих устройств / Л.А. Бокерия, О.Л. Бокерия, Т.С. Базарсадаева [и др.] // Анналы аритмологии. – 2012. – Т.9. №1. – С. 37-44.
13. Бокерия, О.Л. Клиническое применение технологий анализа функции миокарда. Оценка гемодинамики, маркеров асимптомной дисфункции, фиброза миокарда / О.Л. Бокерия, И.И. Аверина // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания. – 2014. – Т. 15. №6. – С. 6-19.

14. Бокерия, О.Л. Новые возможности в оценке функции правого желудочка и предсердий / О.Л. Бокерия, И.И. Аверина // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. – 2014. – Т. 15. №5. – С. 6-11.
15. Буховец, Л.И. Прогноз хирургической и эндоваскулярной коррекции коронарного атеросклероза / И.Л. Буховец, И.Н. Ворожцова, А.Г. Лавров – Томск. – 2013. – 53-54 с.
16. Ван, Е.Ю. Оценка систолической и диастолической функции миокарда левого желудочка у больных с гипертрофической кардиомиопатией: дис. ... канд.мед.наук: 14.01.13 / Ван Елена Юрьевна. – М., 2014. – 122 с.
17. Вилкенсхоф, У. Справочник по эхокардиографии / У. Вилкенсхоф, И. Крук. – Москва: Медицинская литература, 2014. – 293 с.
18. Внутренние болезни: учебник; в 2 т. / Под ред. В.С. Моисеева, А.И. Мартынова, Н.А. Мухина. – 3-е изд, испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – Т. 1. – с. 368.
19. Воробьев, А.С. Эхокардиография у детей и взрослых / А.С. Воробьев, В.Ю. Зимина. – Санкт-Петербург: СпецЛит, 2015. – 590 с.
20. Всемирная организация здравоохранения <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/ru/> (Январь 2015).
21. Галявич, А.С. Сравнительный анализ данных эхокардиографии, мультиспиральной компьютерной томографии и перфузионной сцинтиграфии миокарда в оценке объема и фракции выброса левого желудочка / А.С. Галявич, А.Ю. Рафиков, Г.Б. Сайфуллина // Казанский медицинский журнал. – 2013. – Т. 94, № 1. – С. 39–43.
22. Герок, Д.В. Сократимость предсердий и антикоагулянтная терапия у больных с фибрилляцией предсердий после электрической кардиоверсии / Д.В. Герок, О.И. Кейко, М.Ю. Гиляров [и др.] // Вестн. аритмологии. – 2011. – № 66. – С. 46–49.
23. Глезер, М.Г. Влияние L-карнитина на эхокардиографические показатели у пациентов с острым коронарным синдромом / М.Г. Глезер,

- А.Е, Киселева, Е.Б. Прокофьев, Е.И. Асташкин // Журнал сердечная недостаточность. – 2015. – Т. 16. №4. – С. 234-240.
24. Дроботя, Н.В. Влияние локализации инфаркта миокарда на функциональные характеристики желудочков сердца до и после коронарного шунтирования / Н.В. Дроботя, Е.А. Кудряшова, Д.В. Василихина, В.В. Калтыкова // Вестник национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2015. – Т. 10. №4. – С. 27-31.
25. Евтихова, Е.А. Маркеры функции эндотелия на фоне включения рFOX ингибитора в состав комплексной терапии больных с метаболическим синдромом и неалкогольной жировой болезнью печени: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.04 / Евтихова Евгения Андреевна. – Т., 2014. – 147 с.
26. Екимова, Н.А. Оценка деформации и скорости деформации миокарда методом тканевой доплерографии (обзор) / Н.А. Екимова, Л.А. Каткова, Е.В. Фурман // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2013. – Т.9, №1. – С. 50-57.
27. Ершова, Е.В. Радионуклидная диагностика легких и сердца – сцинтиграфия / Е.В. Ершова, Э.Р. Мухарлямова // Медицинская наука и образование Урала. – 2012. – Т.13, №2. – С. 139-141.
28. Жданова, Е.А. Тканевая миокардиальная доплер-эхокардиография и эхогенность миокарда у больных амилоидозом сердца и артериальной гипертонией / Е.А. Жданова, С.В. Моисеев, В.В. Рамеев, К.В. Гудкова, А.Ф. Сафарова // Клиническая фармакология и терапия. – 2013. – Т. 22. № 5. – С. 33-39
29. Жук, О.А. Оценка систолической функции правого желудочка с использованием показателей продольной деформации у пациентов с ХОБЛ / О.А. Жук, В.Е. Перлей, А.Ю. Гичкин, А.А. Александров, О.Н, Титова, Н.А. Кузубова, Н.В. Егорова // Уральский медицинский журнал. – 2014. – №7. – С. 112-115.

30. Завадовский, К.В. Радионуклидная оценка сократительной дисфункции правых отделов сердца у пациентов со стенозом митрального клапана / К.В. Завадовский, А.В. Евтушенко, В.В. Саушкин, Ю.Б. Лишманов // Трансляционная медицина. – 2014. – №4. – С. 19-24.
31. Злобина, М.В. Диагностическое значение постурального теста при отборе пациентов для сердечной ресинхронизирующей терапии: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.05 / Злобина Марина Викторовна. – Т., 2014. – 125 с.
32. Комиссарова, С.М. Прогностическая значимость тканевого доплеровского исследования у пациентов с гипертрофической кардиомиопатией / С.М. Комиссарова, Е.Ю. Захарова, И.В. Устинова, Т.В. Севрук, О.В. Красько // Евразийский кардиологический журнал. – 2015. - № 3. – С. 18-23.
33. Крылова, Н.С. Тканевой доплеровское исследование и ультразвуковые способы оценки деформации миокарда в диагностике гипертрофической кардиомиопатии / Н.С. Крылова, А.Е. Демкина, Н.Г. Потешкина, Ф.М. Хашиева // Кардиология. – 2014. – Т. 54. №7. – С. 79-84.
34. Кузнецова, Л.М. Диагностика и хирургическое лечение псевдоопухолевых объемных образований сердца / Л.М. Кузнецова, М.А. Нечаенко, Д.Г. Подоляк, А.Ю. Кипренский, М.А. Аксюк // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2015. – №9. – С. 9-20.
35. Кузнецова, Л.М. Креативная эхокардиография: концепция оценки функции правых отделов сердца / Л.М. Кузнецова, Д.А. Подчасов // Анналы РНЦХ РАМН. – 2005. – № 14. – С. 66–69.
36. Ларина, В.Н. Прогностическое значение индекса производительности миокарда левого желудочка сердца у пожилых больных с хронической сердечной недостаточностью / В.Н. Ларина, Б.Я. Барт, Е.Н. Дергунова [и др.] // Кардиология. – 2013. – Т. 53, № 11. – С. 37–44.

37. Левчук, М.Н. Правый желудочек и межжелудочковое взаимодействие. / М.Н. Левчук, Б.Б. Бондаренко // Артериальная гипертензия. – 2010. – Т. 16, № 3. – С. 321–324.
38. Лоскутова, А.С. Эхокардиографическая оценка дисфункции правого желудочка сердца в сравнении с левым у пациентов с гипертонической болезнью / А.С. Лоскутова, М.А. Саидова, В.Н. Шитов, А.Н. Рогоза // Сердце: журнал для практикующих врачей. – 2013. – Т. 12. №5. – С. 316–319.
39. Мареев, В.Ю. Национальные рекомендации ВНОК И ОССН по диагностике и лечению ХСН (третий пересмотр) (утверждены конференцией ОССН 15 декабря 2009 года) / В.Ю. Мареев, Ф.Т. Агеев, Г.П. Арутюнов [и др.] // Журнал сердечная недостаточность. – 2010. – Т. 11, № 1. – С. 3–62.
40. Мареев, В.Ю. Национальные рекомендации ОССН, РКО и РНМОТ по диагностике и лечению ХСН (четвертый пересмотр). Утвержденный на конгрессе ОССН 7 декабря 2012 года, на правлении ОССН 31 марта 2013 г. и на конгрессе РКО 25 сентября 2013 года / В.Ю. Мареев, Ф.Т. Агеев, Г.П. Арутюнов [и др.] // Журнал сердечная недостаточность. – 2012. – Т. 14, № 7 (81). – С. 379–472
41. Машина, Т.В. Диастолическая дисфункция левого желудочка у больных с фибрилляцией предсердий: патогенетические механизмы и современных ультразвуковые методы оценки (аналитический обзор) / Т.В. Машина, Е.З. Голухова // Креативная кардиология. – 2014. – №4. – С. 43–52.
42. Мирзоян, Е.С. Новая простая методика оценки систолической функции левого желудочка сердца с помощью стандартной импульсноволновой доплерографии / Е.С. Мирзоян, Н.Ю. Неласов, М.В. Бабаев, Э.А. Арзуманян, Е.И. Железняк // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – Режим доступа: URL: <http://www.science-education.ru/128-22247>.

43. Миронов, С.А. Варианты диастолической дисфункции левого желудочка у больных артериальной гипертонией и ишемической болезнью сердца: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.06 /Миронов Сергей Алексеевич. – М. 2009. – 26 с.
44. Михеев, Н.Н. Чреспищеводная стресс-эхокардиография с комбинированными агентами в диагностике ишемической болезни сердца / Н.Н. Михеев // Радиология-практика. – 2015. – №2. – С. 6-13.
45. Нагаплев, М.М. Начальные проявления дисфункции левого желудочка сердца, выявляемые с помощью высокоамплитудных отраженных сигналов движения: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.19 / Нагаплев Мурат Меджидович. – О., 2009. – 18 с.
46. Науменко, Ж.К. Ультразвуковое исследование в пульмонологии / Ж.К. Науменко, Г.В. Неклюдова // Атмосфера. Пульмонология и аллергология. – 2012. – №3. – С. 56-61.
47. Неласов, Н.Ю. Разработка новой простой доплерографической методики выявления минимальных проявлений диастолической дисфункции левого желудочка у больных артериальной гипертензией / Н.Ю. Неласов, Б.А. Гагиева, А.А. Сависько [и др.] // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2010. – № 6. – С. 65–73.
48. Патент 2532876 Российская Федерация. МПК А61В 8/06. Способ диагностики начальных проявлений систолической дисфункции правого желудочка сердца / Мирзоян Е.С., Неласов Н.Ю., Бабаев М.В., Сафонов Д.В. – № 2013129151/14: заявл. 25.06.2013; опубл. 10.11.2014. – Бюл. 31 – 4 с.
49. Плохова, Е.В. Изучение структурно-функциональных показателей миокарда левого желудочка у лиц разного возраста в зависимости от длины теломер лейкоцитов: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.05 / Плохова Екатерина Владимировна. – М., 2015. – 144 с.
50. Полтанова, М.Б. Оценка показателей доплеровского движения фиброзных колец атриовентрикулярных клапанов в исследовании

- функционального состояния сердца у больных артериальной гипертонией / М.Б. Полтанова, П.В. Стручков, О.С. Цека // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – Т. 18. №4. – С. 56-109.
51. Поташев, С.В. Эхокардиографическая оценка правого желудочка в клинической практике / С.В. Поташев // Сердцева недостатність. – 2011. – № 1. – С. 25–33.
52. Рабочая группа по лечению стабильной ишемической болезни сердца Европейского общества кардиологов (ESC). Рекомендации по лечению стабильной ишемической болезни сердца // Российский кардиологический журнал. – 2014. – № 7. – С. 7-79.
53. Райдинг Р. Эхокардиография. Практическое руководство / Р. Райдинг.— 2-е изд.— 2012.— С. 230–231.
54. Рябова, Т.Р. Возможности стресс-эхокардиографии при хронической сердечной недостаточности / Т.Р. Рябова, А.А. Соколов, В.В. Рябов // Журнал Сердечная недостаточность. – 2014. – Т. 82, № 1. – С. 56–64.
55. Саидова, М.А. Роль миокардиальной тканевой доплерографии в выявлении ранних структурно-функциональных сдвигов у больных с мягкой и умеренной артериальной гипертензией / М.А. Саидова, В.М. Шитов, Б.А. Гусейнова [и др.] // Тер. архив. – 2008. – Т. 80, № 4. – С. 21–28.
56. Саидова, М.А. Роль современных методов эхокардиографии в диагностике легочной гипертензии / М.А. Саидова, А.С. Лоскутова, Е.А. Кобаль // Кардиология. – 2014. – Т. 54, № 5. – С. 72–79.
57. Саидова, М.А. Роль эхокардиографии при остром коронарном синдроме. Часть I. Диагностика и дифференциальная диагностика острого коронарного синдрома, неинвазивная оценка параметров центральной гемодинамики / М.А. Саидова, В.Н. Шитов, С.А. Яковлев // Неотложная кардиология. – 2015. – №2. – С. 13-24.
58. Саидова, М.А. Роль эхокардиографии при остром коронарном синдроме. Часть II. Диагностика осложнений острого инфаркта миокарда,

- прогностические возможности метода / М.А. Саидова, В.Н. Шитов, С.А. Яковлев // Неотложная кардиология. – 2015. – №3. – С. 10-21.
59. Скидан, В.И. Оценка сократительной способности правого желудочка с помощью трехмерной эхокардиографии в режиме реального времени у пациентов с острой декомпенсированной сердечной недостаточностью / В.И. Скидан, А. Боровски, М. Парк // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2012. – Т. 91, № 1. – С. 52–66.
60. Склез, Е.А. Функциональное состояние левых и правых отделов сердца у больных инфарктом миокарда по данным тканевой доплерографии: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.06 /Склез Елена Александровна. – М. 2008. – 23 с.
61. Татарина, А.Ю. Тканевая доплерография в оценке диастолической функции миокарда левого желудочка у спортсменов / А.Ю. Татарина, А.В. Смоленский, А.В. Михайлова // Вестник новых медицинских технологий. – 2013.– Т. 20, № 4. – С. 57–61.
62. Тенюкова, К.Ю. Выявление факторов риска и ранняя диагностика заболеваний сердца и сосудов с помощью скринингового обследования населения / К.Ю. Тенюкова, А.А. Сапожникова, В.В. Тенюков // Здравоохранение Чувашии. – 2013. – Вып. 3, № 35. – С. 71–76.
63. Терещенко, Е.А. Влияние терапии бозентаном на клиническое состояние, гемодинамический статус, выраженность процессов ремоделирования правых и левых отделов сердца у больных с идиопатической легочной гипертензией: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.05 / Терещенко Екатерина Андреевна. – М., 2014. – 149 с.
64. Терещенко, С.Н. Диагностика и лечение хронической и острой сердечной недостаточности. Клинические рекомендации. / С.Н. Терещенко, И.В. Жиров, О.Ю. Нарусов, Ю.В. Мареев, М.А. Саидова [и др.] – Москва. – 2013. – 64 с.
65. Усупбаева, Д.А. Функциональное состояние правого желудочка после транскатетерной коррекции вторичного дефекта межпредсердной

- перегородки / Д.А. Усупбаева, М.Х. Дадабаев, А.К. Молдалиева, Е.Ю. Богданова, М.Э. Бакеева, Э.Д. Джишамбаев // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. – 2013. – Т. 13. № 12. – С. 178-183.
66. Хамуев, Я.Б. Проблемы диастолической дисфункции левого желудочка: определение, патофизиология, диагностика / Я.Б. Хамуев // Кардиология. – 2011. – №11. – С. 71-82
67. Хамуев, Я.П. Факторы риска диастолической дисфункции левого желудочка у больных ишемической болезнью сердца / Я.Б. Хамуев // Клиническая медицина. – 2012. – Т. 90. №4. – С. 38-43.
68. Хуссейн, А.Х. Оценка сердечного выброса на основе некалиброванного анализа формы пульсовой волны при аортокоронарном шунтировании без искусственного кровообращения / А.Х. Хуссейн, А.А. Смёткин, В.В. Кузьков, М.Ю. Киров // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2013. – Т.10, №3. – С. 9-16.
69. Швед, Н.И. Типы диастолической дисфункции левого желудочка у больных стабильной стенокардией в сочетании с гипотиреозом / Н.И. Швед, И.Б. Припхан, И.В. Беркасова, В.А. Валеева // Медицина и образование в Сибири. – 2014. – №2. – С. 75-82.
70. Ярощук, Н.А. Сравнительный анализ значений объемов левого желудочка у пациентов с инфарктом миокарда в зависимости от метода визуализации / Н.А. Ярощук, В.В. Кочмашева, В.П. Дитятев // Рос. кардиол. журн. – 2012. – Т. 97, № 5. – С. 30–33.
71. Addetia, K. Right ventricular free wall strain: a better index of right ventricular performance than TAPSE and Doppler tissue velocity / K. Addetia, R. Lang, A. Patel [et al.] // JACC. – 2014. – Vol. 63, № 12. – P. 1166–1169.
72. Andre La Gerche Right ventricular function by strain echocardiography / Andre La Gerche, Ruxandra Jurcut, Jens-Uwe Voigt // Current opinion in cardiology [Electronic resource] // Impact Factor. – 2010. – Vol. 25, № 5. – P. 430–436.

73. Aneq, M. Evaluation of right and left ventricular function using speckle tracking echocardiography in patients with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy and their first degree relatives/ M. Aneq, J. Engvall, L. Brudin, E. Nylander // *Cardiovascular Ultrasound*. – 2012. – 10:37. doi:10.1186/1476-7120-10-37
74. Baggish, A.L. Long-term anabolic-androgenic steroid use is associated with left ventricular dysfunction / A.L. Baggish, R.B. Weiner, G. Kanayama [et al.] // *Circ. Heart Fail.* – 2010. – Vol. 3, № 4. – P. 472–476.
75. Besli, F. Relationship Between Tei Index and PEP-Derived Myocardial Performance Index in Sinus Rhythm / F. Besli, C. Basar, I. Ekinozu [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. – 2015. – Vol. 94, № 29. – P. 1112.
76. Bommer, W. Determination of right atrial and right ventricular size by two-dimensional echocardiography / W. Bommer, L. Weinert, A. Neumann [et al.] // *Circulation*. – 1979. – Vol. 60, № 1. – P. 91–100.
77. Carluccio, E. Improvement of myocardial performance (Tei) index closely reflects intrinsic improvement of cardiac function: assessment in revascularized hibernating myocardium / E. Carluccio, P. Biagioli, G. Alunni [et al.] // *Echocardiography*. – 2012. – Vol. 29, № 3. – P. 298–306.
78. Chen, S. Myocardial motion analysis for determination of Tei-index of human heart / S. Chen, J. Zhang, H. Zhang [et al.] // *Sensors (Basel)*. – 2010. – Vol. 10, № 12. – P. 11428–11439.
79. Core Lab Analysis of Baseline Echocardiographic Studies in the STICH Trial and Recommendation for Use of Echocardiography in Future Clinical Trials // *J. Amer. Society of Echocardiography*.— 2012.— Vol. 25, № 3.— P. 334.
80. Dalen, H. Segmental and global longitudinal strain and strain rate based on echocardiography of 1266 healthy individuals: the HUNT study in Norway / H. Dalen, A. Thorstensen, S. A. Aase [et al.] // *Eur. J. Echocardiogr.* – 2010. – V. 11. № 2. – P. 176-183.

81. Darocha, T. New diastolic cardiomyopathy in patients with severe accidental hypothermia after ECMO rewarming: a case-series observational study / T. Darocha, D. Sobczyk, S. Kosiński [et al.] // *Cardiovasc Ultrasound*. – 2015. – Vol. 15, № 13. – P. 31.
82. Fichet, J. Echographic evaluation of ICU patients with tissue Doppler imaging: more studies and more consensus are still needed / J. Fichet, B. Sztrymf, F. Jacobs // *Critical Care*. – 2012. – 16:433. doi:10.1186/cc11377
83. Fleming, A.D. Myocardial velocity gradients detected by Doppler imaging. / A.D. Fleming, X. Xia, W.M. McDicken [et al.] // *Br. J. Radiol.* – 1994. – № 67 – P. 679–688.
84. Ghio, S. Prognostic relevance of the echocardiographic assessment of right ventricular function in patients with idiopathic pulmonary arterial hypertension / S. Ghio, C. Klersy, G. Magrini [et al.] // *Int. J. Cardiol.* – 2010. – Vol. 140, № 3. – P. 272–278.
85. Hatam, N. Interatrial conduction disturbance in postoperative atrial fibrillation: a comparative study of P-wave dispersion and Doppler myocardial imaging in cardiac surgery / N. Hatam, A. Aljalloud, K. Mischke [et al.] // *Journal of Cardiothoracic Surgery*. – 2014. – 9:114. doi:10.1186/1749-8090-9-114.
86. Heimdal, A. Real-time strain rate imaging of the left ventricle by ultrasound / A. Heimdal, A. Stoylen, H. Torp [et al.] // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* – 1998. – Vol. 11, № 11. – P. 162–171.
87. Hoit, B.D. Strain and Strain Rate Echocardiography and Coronary Artery Disease / B.D. Hoit // *Circulation Cardiovascular imaging*. – 2011. – V. 4. – P. 179-190.
88. Hu, K. Clinical implication of mitral annular plane systolic excursion for patients with cardiovascular disease / K. Hu, D. Liu, S. Herrmann, M. Niemann [et al.] // *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. – 2013. – Vol. 14, № 3. – P. 205–212.

89. Hu, K. Clinical implication of mitral annular plane systolic excursion for patients with cardiovascular disease / K. Hu, D. Liu, S. Herrmann [et al.] // *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* – 2013. – Vol. 14, № 3. – P. 205–212.
90. Isaaq, K. Doppler echocardiographic measurement of low velocity motion of the left ventricular posterior wall / K. Isaaq, A. Thompson, G. Ethevenot [et al.] // *Am. J. Cardiol.* – 1989. – Vol. 64, № 1. – P. 66–75.
91. Kaplan, S. Evaluation of the relationship between epicardial adipose tissue and myocardial performance (Tei) index / S. Kaplan, M. Ozturk, G. Kırıs [et al.] // *Int. J. Clin. Exp. Med.* – 2014. – Vol. 15, № 7(6). – P. 1598–1602.
92. Kim, H.L. Additional value of lateral tissue Doppler imaging in the assessment of diastolic dysfunction among subjects with pseudonormal pattern of mitral inflow / H.L. Kim, J.B. Seo, W.Y. Chung, Y.J. Kim, S.H. Kim [et al.] // *Cardiovascular Ultrasound.* – 2013. – 11:31. doi: 10.1186/1476-7120-11-31
93. Lancellotti, P. European Association of Echocardiography recommendations for the assessment of valvular regurgitation. Part 2: mitral and tricuspid regurgitation (native valve disease) / P. Lancellotti, L. Moura, L.A. Pierard [et al.] // *Eur. J. Echocardiogr.* – 2010. – Vol. 11, № 4. – P. 307–332.
94. Lancellotti, P. European Association of Echocardiography recommendations for the assessment of valvular regurgitation. Part 1: mitral and tricuspid regurgitation (native valve disease) / P. Lancellotti, L. Moura, L.A. Pierard [et al.] // *Eur. J. Echocardiogr.* – 2010. – Vol. 11, № 3. – P. 223–244.
95. Lang, R.M. Рекомендации по количественной оценке структуры и функции камер сердца / Roberto M. Lang, Michelle Bierig, Richard B. Devereux et al. // *Российский кардиологический журнал. Приложение.* – 2012. – № 3. – 28 с.
96. Lawrence, G.R. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography / G.R. Lawrence, W.L.

- Wyman, A. Jonathan [et al.] // *J Am Soc Echocardiography* – 2010. – №23. – P. 685-713.
97. Leibundgut, G. Dynamic assessment of right ventricular volumes and function by real-time three-dimensional echocardiography: a comparison study with magnetic resonance imaging in 100 adult patients / G. Leibundgut, A. Rohner, L. Grize [et al.] // *J. Am. Soc. Echocardiography*. – 2010. – Vol. 23, № 2. – P. 116–126.
98. Lotfi-Tokaldany, M. Normal values for longitudinal tissue velocity and strain rate imaging in individual segments of the left and right ventricles of healthy adult hearts / M. Lotfi-Tokaldany, S. Majidi, F. Nikdoust [et al.] // *J Ultrasound Med.* – 2013. – Vol. 32. №3. – P. 463-474.
99. Mada, R. Tissue Doppler, Strain and Strain Rate in ischemic heart disease “How I do it”. / R. Mada // *Cardiovascular Ultrasound*. – 2014. – 12:38. doi:10.1186/1476-7120-12-38
100. Mancia, G. ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension /G. Mancia, R. Fagard, K. Narkiewicz [et al.] // *Eur Heart J.* – 2013. – Vol. 34. – P. 2159-2190.
101. Matos, J. Mitral annular plane systolic excursion as a surrogate for left ventricular ejection fraction / J. Matos, I. Kronzon, G. Panagopoulos [et al.] // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* – 2012. – Vol. 25, № 9. – P. 969–974.
102. McDicken, W.M. Colour Doppler velocity imaging of the myocardium / W.M. McDicken, G.R. Sutherland, C.M. Moran [et al.] // *Ultrasound in Medicine and Biology*. – 1992. – Vol. 18, № 6. – P. 651–654.
103. Meluzin, J. Prognostic importance of the right ventricular function assessed by Doppler tissue imaging / J. Meluzin, L.M. Spinarova, L. Dusek [et al.] // *Eur. K. Echocardiography*. – 2003. – Vol. 4, № 4. – P. 262–271.
104. Meluzin, J. Pulsed Doppler tissue imaging of the velocity of tricuspid annular systolic motion / J. Meluzin, L. Spinarova, J. Bakala [et al.] // *Eur. Heart J.* – 2001. – Vol. 22, № 4. – P. 340–348.

105. Miao, D.M. Influence of low high-density lipoprotein cholesterol on arterial stiffening and left ventricular diastolic dysfunction in essential hypertension / D.M. Miao, P. Ye, W.K. Xiao [et al.] // *J. Clin. Hypertens (Greenwich)*. – 2011. – Vol. 13, № 10. – P. 710–715.
106. Nagueh, S.F. Echocardiographic evaluation of hemodynamics in patients with decompensated systolic heart failure / S.F. Nagueh, R. Bhatt, R.P. Vivo [et al.] // *Circ. Cardiovasc. Imaging*. – 2011. – Vol. 4, № 3. – P. 220–227.
107. Nikitin, N.P. Longitudinal ventricular function: normal values of atrioventricular annular and myocardial velocities measured with quantitative two-dimensional color Doppler tissue imaging / N.P. Nikitin, K.K. Witte, S.D. Thackray [et al.] // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* – 2003. – Vol. 16, № 9. – P. 906–921.
108. Oliviero, U. Impaired diastolic function in naïve untreated human immunodeficiency virus infected patients / U. Oliviero, G. Bonadies, G. Bosso [et al.] // *World J. Cardiol.* – 2010. – Vol. 2, № 4. – P. 98–103.
109. Perry, G.J. Left ventricular diastolic function and exercise capacity in community-dwelling adults ≥ 65 years of age without heart failure / G.J. Perry, M.I. Ahmed, R.V. Desai [et al.] // *Am. J. Cardiol.* – 2011. – Vol. 108, № 5. – P. 735–740.
110. Pocock, S.J. Design of Major Randomized Trials: Part 3 of a 4-Part Series on Statistics for Clinical Trials / S.J. Pocock, T.C. Clayton, G.M. Stone // *J Am Coll Cardiol.* – 2015. – Vol. 66, № 24. – P. 2757-2766.
111. Rajender, A. Tissue Doppler imaging for diagnosis of coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis / A. Rajender, G. Priyanca // *Cardiovascular Ultrasound*. – 2012. – V.10. – P. 4751.
112. Rudski, L.G. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian

- Society of Echocardiography / L.G. Rudski, W.W. Lai, J. Afilalo [et al.] // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2010. – Vol. 23, № 7. – P. 685–713.
113. Schattke, S. Early right ventricular systolic dysfunction in patients with systemic sclerosis without pulmonary hypertension: a Doppler Tissue and Speckle Tracking echocardiography study / S. Schattke, F. Knebel, A. Grohmann, H. Dreger, F. Kmezik, G. Riemekasten, G. Baumann, A. Borges // Cardiovascular Ultrasound. – 2010. – 8:3. doi:10.1186/1476-7120-8-3
114. Schmid, E. Tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) predicts poor outcome in patients undergoing acute pulmonary embolectomy / E. Schmid, J.N. Hilberath, G. Blumenstock [et al.] // Heart Lung Vessel. – 2015. – Vol. 7, № 2. – P. 151–158.
115. Shang, Q. High prevalence of subclinical left ventricular dysfunction in patients with psoriatic arthritis / Q. Shang, L.S. Tam, G.W. Yip [et al.] // J. Rheumatol. – 2011. – Vol. 38, № 7. – P. 1363–1370.
116. Sohn, D.W. Assessment of mitral annulus velocity by Doppler tissue imaging in the evaluation of left ventricular diastolic function / D.W. Sohn, I.H. Chai, D.J. Lee [et al.] // J. Am. Coll. Cardiol. – 1997. – Vol. 30, № 7. – P. 474–480.
117. Starling, M.R. A new two-dimensional echocardiographic technique for evaluating right ventricular size and performance in patients with obstructive lung disease / M.R. Starling, M.H. Crawford, S.G. Sorensen [et al.] // Circulation. – 1982. – Vol. 66, № 3. – 612 p.
118. Sturgess, D. Prediction of hospital outcome in septic shock: a prospective comparison of tissue Doppler and cardiac biomarkers / D. Sturgess, T.H. Marwick, C. Joyce, C. Jenkins, M. Jones, P. Masci, D. Stewart, B. Venkatesh // Critical Care. – 2010. – 14:R44. doi:10.1186/cc8931
119. Tamborini, G. Reference values for right ventricular volumes and ejection fraction with real-time three-dimensional echocardiography: evaluation in a large series of normal subjects / G. Tamborini, N. Marsan, P. Gripari [et al.] // J. Am. Soc. Echocardiography. – 2010. – Vol. 23, № 2. – P. 109–115.

120. Tasolar, H. Mitral annular plane systolic excursion in the assessment of left ventricular diastolic dysfunction in obese adults / H. Tasolar, T. Mete, M. Cetin [et al.] // *Anatol. J. Cardiol.* – 2015. – Vol. 15, № 7. – P. 558–564.
121. Tomita, M. Estimation of right ventricular volume by modified echocardiographic subtraction method / M. Tomita, H. Masuda, T. Sumi [et al.] // *Am. Heart J.* – 1992. – Vol. 123, № 4. – P. 1011–1022.
122. Tousignant, C. Evaluation of TAPSE as a measure of right ventricular output / C. Tousignant, H. Kim, F. Papa [et al.] // *Can. J. Anaesth.* – 2012. – Vol. 59, № 4. – P. 376–383.
123. Ucmatsu, M. Myocardial velocity gradient as a new indicator of regional left ventricular contraction: detection by a two dimensional tissue Doppler imaging technique / M. Ucmatsu, K. Miyatake, N. Tanaca [et al.] // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 1995. – Vol. 26, № 1. – P. 217–223.
124. Wang, F.F. The evaluation of left ventricular diastolic function by tissue Doppler echocardiography in essential hypertension / Wang F.F., Feng X.H., Chen B.X. [et al.] // *Zhonghua Nei. Ke. Za. Zhi.* – 2011. – Vol. 50, № 6. – P. 482–484.
125. Watanabe, T. Estimation of right ventricular volume by two-dimensional echocardiography / T. Watanabe, H. Katsume, H. Matsukubo [et al.] // *Abstracts. IXWCC.* – 1982. – Vol. 49, № 8. – 684 p.
126. Westholm, C. Peak systolic velocity using colorcoded tissue Doppler imaging, a strong and independent predictor of outcome in acute coronary syndrome patients / C. Westholm, J. Johnson, A. Sahlen, R. Winter, T. Jernberg // *Cardiovascular Ultrasound.* – 2013. – 11:9. doi:10.1186/1476-7120-11-9
127. Wu, V. Evaluation of diastolic function by three-dimensional volume tracking of the mitral annulus with cardiovascular magnetic resonance: comparison with tissue Doppler imaging / V. Wu, J.Y. Chyou, S. Chung, S.Bhagavatula, L. Axel // *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance.* – 2014. – 16:71. doi: 10.1186/s12968-014-0071-3

128. Zareian, M. Left atrial structure and functional quantitation using cardiovascular magnetic resonance and multimodality tissue tracking: validation and reproducibility assessment / M. Zareian, L. Ciuffo, M. Habibi [et al.] // Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance. – 2015. doi: 10.1186/s12968-015-0152-y.